

PDF hosted at the Radboud Repository of the Radboud University Nijmegen

The following full text is a publisher's version.

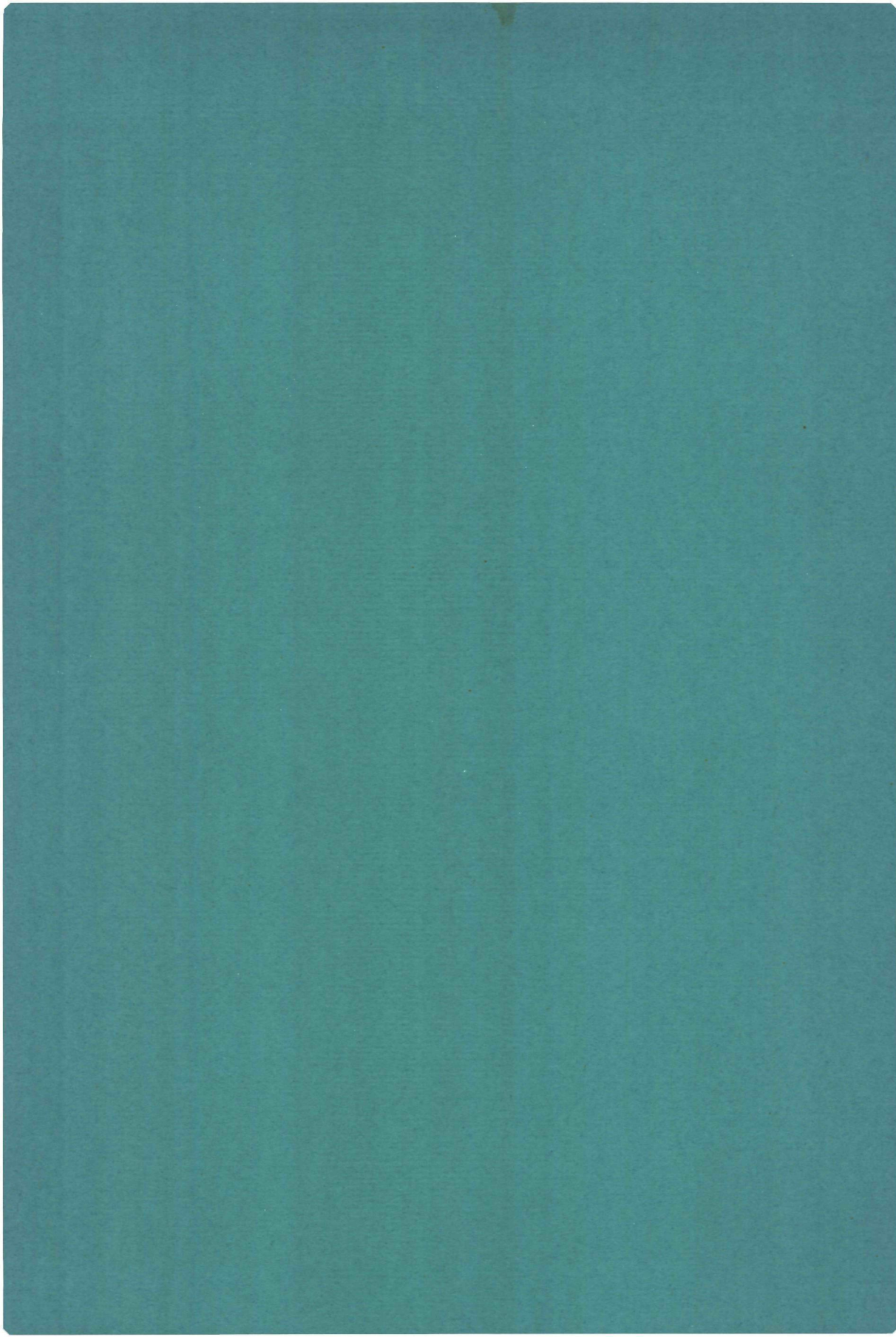
For additional information about this publication click this link.

<http://hdl.handle.net/2066/148753>

Please be advised that this information was generated on 2017-12-05 and may be subject to change.

**VERGELIJKEND
PLANKTONONDERZOEK
IN TWEE
HATERTSE VENNEN**

J. F. M. GEELLEN



**VERGELIJKEND
PLANKTONONDERZOEK
IN TWEE HATERTSE VENNEN**

P R O E F S C H R I F T

**TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR
IN DE WISKUNDE EN NATUURWETENSCHAPPEN
AAN DE KATHOLIEKE UNIVERSITEIT TE NIJMEGEN,
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS,
DR. G. BRENNINKMEYER,
HOOGLERAAR IN DE FACULTEIT DER SOCIALE WETENSCHAPPEN,
VOLGENS BESLUIT VAN DE SENAAAT
IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN
OP DONDERDAG 18 DECEMBER 1969
DES NAMIDDAGS TE 2 UUR PRECIES**

DOOR

JOHANNA FRANCISCA MARIA GEELEN

GEBOREN TE UITHOORN

**1969
THOBEN OFFSET NIJMEGEN**

INHOUD

	blz.
I Inleiding en doel van het onderzoek	9
II Kritische bespreking van het trofiebegrip	11
III Terreinbeschrijving	15
1. Geo-hydrologie	15
2. Beschrijving van de vennen	19
A. Uiversnest	19
B. Meeuwenven	21
IV. Methodiek	25
1. Het vangen	26
2. Monstername	26
3. Concentreren en fractioneren	27
4. Het microscoop	29
5. Tellen en berekenen van het aantal organismen	29
6. Planktonvolume en planktonlijsten	29
7. Nauwkeurigheid	32
V Abiotische factoren	33
1. Meteorologische gegevens	33
2. Fysische gegevens	34
A. Watertemperatuur	34
B. Licht	34
C. Wind	34
D. Neerslag, verdamping, nuttige neerslag, waterstand	35
3. Chemische gegevens	36
A. Chemische samenstelling van regenwater	36
B. Chemische samenstelling van het water in het Uiversnest en Meeuwenven	38
1. pH	38
2. Kleur	39
3. KMnO_4 -verbruik	39
4. Chloride	40
5. Ammonium	40
6. Nitriet	44

7. Nitraat	44
8. Fosfaat	45
9. Hydrocarbonaat	46
10. Totale hardheid	48
11. Calcium	48
12. Magnesium	48
13. Zuurstof	48
14. Vergelijking van de chemische samenstelling van het water van het Uiversnest en Meeuwenven met die van oligotroof en guantroof water	50
VI Kwalitatief aspect van het plankton	54
1. Inleiding	54
2. Kwalitatieve samenstelling van het plankton	54
A. Fytoplankton	54
B. Zooplankton	57
3. Vergelijking van de samenstelling van het plankton met die van andere wateren	62
4. Bepaling van de trofiegraad en saprobiteit van het water aan de hand van de kwalitatieve planktongegevens	63
A. Bepaling van de trofiegraad	64
B. Bepaling van de saprobiteit	65
5. Organismen als indicatoren van de trofie	65
6. Planktonquotienten ter vaststelling van de trofiegraad	66
VII Kwantitatief aspect van het plankton	69
1. Inleiding	69
2. Kwantitatieve verschillen in planktonontwikkeling	69
A. De totale hoeveelheid plankton	69
1. De totale hoeveelheid plankton in Uiversnest en Meeuwen- ven	69
2. Seizoensinvloed op de ontwikkeling van het plankton	70
3. Vergelijking van de totale hoeveelheden plankton met die van andere wateren	72
B. De verhouding tussen fytoplankton en zooplankton	74
1. De verhouding fytoplankton/zooplankton in Uiversnest en Meeuwenven	74
2. Seizoensinvloed op de ontwikkeling van fytoplankton en zooplankton	75
3. Vergelijking van de gegevens met die van Loosdrecht	76
C. Statistische bewerking van de gegevens	77

D. Soorten combinaties in beide vennen	78
1. Soortencombinaties bepaald door middel van trefkans- waarden	78
2. Soortencombinaties bepaald door middel van dominante organismen	82
3. Bepaling van het planktontype aan de hand van de voorgaande gegevens	84
4. Nadere karakterisering van de trofie van het Meeuwenven	84
E. Het aandeel van de kwantitatief belangrijkste soorten en de invloed van jaarcycli op de biomassa van het plankton . . .	85
1. Het aandeel van de kwantitatief belangrijkste soorten . .	85
2. Invloed van jaarcycli op de biomassa van het plankton . .	88
F. Het aandeel der bacteriën	92
G. Voedselrelaties van het zoöplankton	93
 Samenvatting	 95
Summary	99
Literatuur	103

I

INLEIDING EN DOEL VAN HET ONDERZOEK

In het gebied bij Nijmegen komt een uitgebreid terrein met vennen voor, dat aangeduid wordt met de naam Hatertse en Overasseltse vennen. Deze vennen zijn in het algemeen klein van afmeting en dragen een min of meer voedselarm karakter.

In ons land vinden wij oligotroof water, dat weinig kalk bevat en zuur reageert, hoofdzakelijk op het Pleistoceen (Redeke 1948). In dit watertype is het plankton het best onderzocht in de Drentse heideplassen door Beyerinck (1927), de Gerritsflesch bij Kootwijk door enkele leden van de Hydrobiologische Vereniging (Tresscher et al. 1952) en de Oisterwijkse vennen, eveneens door verschillende leden van de Hydrobiologische Vereniging (van Dijk et al. 1960).

De Drentse heideplassen zijn meestal klein, met een oppervlak van 0,5-2,5 ha, een diepte van 1,15-1,90 m, waarvan 30-65 cm gevormd wordt door een laag prut (fijn verdeeld, homogeen organisch sediment, in het Duits 'Schlamm' genaamd). Chemisch onderzoek werd er in 1958 en 1961 verricht door het Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud (RIVON), terwijl Schroevers (1962) een publicatie samenstelde over het geëutrofiëerde Meeulmeer.

In de Oisterwijkse vennen bleken het Voorste Choorven en het Witven onder invloed van vervuiling door een riool sterk te eutrofiëren. Beide vennen zijn in 1950 uitgebaggerd; de veranderingen in de samenstelling van het plankton en van de hogere waterplanten werden bestudeerd. Het plankton werd bij al deze onderzoeken slechts kwalitatief onderzocht; de aantallen organismen zijn hoogstens met zeldzaam of algemeen aangeduid.

Het onderstaande onderzoek is vergelijkend kwantitatief verricht; het werd uitgevoerd van april 1959 tot en met december 1961 in het Uiversnest en het Meeuwenven. Zie topografische kaart Nr. 46A Mook (schaal 1:25.000).

Het Uiversnest is een hooggelegen en diep ven met oligotroof karakter, dat hoogstens aan de rand enige vervuiling ondergaat ten gevolge van recreatie: het is te beschouwen als weinig gestoord.

Het tweede ven is het Meeuwenven. Dit wordt op twee wijzen gestoord: ten eerste door een grote kolonie van kokmeeuwen (*Larus ridibundus*), ten tweede door toevoer van voedselrijk water uit een landbouwgebied. In hoofdstuk III zal hierop nader worden ingegaan.

De probleemstelling van dit onderzoek is als volgt te omschrijven:

Hoe uiten zich in bijzonderheden de verschillen in planktonontwikkeling tussen beide vennen?

Wat zijn de kwalitatieve en zo mogelijk de kwantitatieve verschillen in de biologische samenstelling van de beide vennen en is dit in verband te brengen met de geconstateerde verschillen in chemische samenstelling en de trofiegraad van het water?

Wat is de invloed van jaarcyclus van dominante organismen op de totale hoeveelheid plankton?

De resultaten van het kwantitatief onderzoek kunnen worden vergeleken met de uitkomsten van het onderzoek voor de Gemeentewaterleidingen van Amsterdam door Geelen onder leiding van van Heusden in de Loosdrechtse Plassen, de Oranjekom te Leiduin, de IJzeren Man te Vught en de Westeinder Plas bij Aalsmeer (1953-1957); van het onderzoek voor de Internationale Rijncommissie van de Rijn te Lobith, Vreeswijk en Rotterdam (1955), evenals van het onderzoek van Leussink in de plas bij Vechten (1956). Bij deze onderzoeken werd dezelfde methode toegepast als voor het Uiversnest en Meeuwenven.

Hoewel Lohmann (1908) en Bakker (1964, 1967) dezelfde methode gebruiken, zijn hun gegevens niet met die van deze vennen te vergelijken, daar hun resultaten onderzoek van brak water betreffen.

De meeste buitenlandse auteurs geven in het algemeen slechts aantallen individuen per l op (Auerbach & Rottengatter 1960, Bradshaw 1964, Ehlers 1965, Einsele 1964, Hauge 1957, Louis, de Boeck & Podoor 1967, Mleczko 1965, Nauwerck 1966, Patalas 1954, Pejler 1957, Połtoracka 1963, Ravera 1954, Sebestyén 1964, Stange-Bursche 1963, Tonolli 1962, Williams 1962, Wutrich 1965).

Birge & Juday (1922) vermelden naast de aantallen organismen per l ook de biomassa van het plankton. Deze is echter uitgedrukt als de hoeveelheid droge organische stof. Nygaard (1938) bepaalt uitsluitend het drooggewicht van het plankton. Dergelijke waarden zijn dus niet vergelijkbaar met die van dit onderzoek.

Pavoni (1963) berekent voor het fytoplankton van diepe Zwitserse meren het netplankton- respectievelijk nannoplanktongehalte van een gehele waterkolom vanaf de oppervlakte tot de bodem onder een oppervlak van 1 cm^2 . Kristiansen & Mathiesen (1964), Arnemo & Nauwerck (1965) en Willén (1961) geven voor het fytoplankton en Arnemo (1965) voor het zoöplankton alleen de biomassa per groep (bijvoorbeeld Cryptophyceae, Cladocera) weer. Hieruit blijkt dus duidelijk, dat de gegevens van dit onderzoek niet direct met die van andere auteurs te vergelijken zijn.

II

KRITISCHE BESPREKING VAN HET TROFIE-BEGRIP

Door hydrobiologen worden de begrippen oligotroof en eutroof zowel voor de beschrijving van het milieu als voor de karakterisering van de tolerantie van de organismen gebruikt.

De termen oligotroof en eutroof zijn ingevoerd door Naumann (1921), waarbij hij uitging van bepaalde fysische en chemische milieufactoren (N, P, Ca, Fe, pH, humus en slib), die de produktie bepalen. Hij achtte de hoeveelheid N en P van primair belang voor de produktie van het fytoplankton. Zijn omschrijving luidt:

'Eutrophe Seen: Nicht prinzipiell variables Grundspektrum des Wassers: Mesotypus des N- und P-Spektrums. Variable Nebenspektra des Wassers: Betrifft vor allem den Gehalt an Ca.

Oligotrophe Seen: Nicht prinzipiell variables Grundspektrum des Wassers: Oligotypus entweder von N und P oder von beiden. Variable Nebenspektra: Betrifft vor allem den Gehalt an Humus und Ca.'

Pas in 1932 betrok Naumann ook de hoeveelheid fytoplankton in zijn definities: 'Eutropher Typus: Wasser wegen Hochproduktion an Phytoplankton für gewöhnlich stark gefärbt. Wasserblüte lange andauernd.

Oligotropher Typus s. lat.: Wasser wegen Geringproduktion an Phytoplankton niemals dadurch gefärbt; Wasserblüte, wenn überhaupt vorhanden, nur von kurzer Dauer.'

De termen oligotroof en eutroof werden overgenomen door Thienemann (1921), die zijn onderzoek over de typologie vooral baseerde op de studie van het hypolimnion van diepe meren. Naumann daarentegen betrok alle typen wateren, zowel rivieren als plassen en vijvers, in zijn systeem en ging daarbij vooral uit van de eigenschappen van het oppervlaktewater.

Op de verschillen in benaderingswijze tussen Naumann en Thienemann wijzen Parma (1967) en vooral Schroevers (1968). Naumann stelt het chemische milieu voorop en bestudeert de primaire produktie, die dit milieu oplevert; Thienemann betreft juist de 'Gesamthaushalt', dit is de relatie tussen de verschillende fasen van de kringloop, in zijn onderzoek.

De begrippen trofie en produktie moeten opnieuw gedefinieerd worden, daar gebleken is dat:

- 1) de in gematigde streken gevonden combinaties van kenmerken niet geldig zijn in de tropen: een grotere 'turn-over' leidt daar tot hogere produktiecijfers dan men op grond van de overige gegevens zou verwachten (o.a. Thienemann 1931);
- 2) het gaat om de hoeveelheden voedingsstoffen, die voor de producenten

beschikbaar zijn;

- 3) het optimum van de verschillende voedingsstoffen voor de verschillende producenten zeer sterk uiteenloopt (Rodhe 1948);
- 4) lage concentraties aan voedingsstoffen niet per se samengaan met een geringe fytoplanktonontwikkeling, daar algen N, P en Fe kunnen opslaan (Ruttner 1962);
- 5) ook andere factoren als N en P als minimum factor kunnen optreden: indien het CO₂-verbruik van het fytoplankton de aanvoer vanuit de atmosfeer overtreft, kan de pH zo hoog worden dat het milieu schadelijk is voor de planktonalgen (Elster 1957, Steemann Nielsen 1955).

Er is dus wel een positieve correlatie, maar geen directe causale betrekking tussen chemie respectievelijk de hoeveelheid voedingsstof en primaire produktie. Daarom is het gehalte aan voedingsstoffen minder geschikt als maatstaf dan de primaire produktie zelf (Elster 1958). Elster definieert de trofie als 'die Intensität der organischen Urproduktion'.

Rodhe (1958) stelt voor het begrip trofie te koppelen aan de primaire produktie van het open water en noemt de trofie 'die Intensität und Art seiner Versorgung mit organischer Substanz' volgens de definitie van Åberg & Rodhe (1942). Door Rodhe (1958) werd een grove correlatie aangetoond tussen de primaire produktie (gemeten met behulp van de ¹⁴C-methode) en de hoeveelheid fytoplankton. Of deze correlatie ook in ondiepe plassen opgaat valt te betwijfelen, daar de produktie van de daar aanwezige submerse en littorale flora even groot kan zijn als die van het fytoplankton (Nygaard 1958).

Volgens Sioli (1968) is de ontwikkeling in de limnologie zo geweest, dat men aan de hand van de trofiegraden probeerde de verschillende wateren te klassificeren. Daarbij heeft het denkbeeld van de eutrofiëring, dat door Naumann en Thienemann gepropageerd is, bijzonder vruchtbaar gewerkt. Sioli (l.c.) stelt zich op het standpunt, dat men inmiddels op grond van het toepassen van verfijnde chemische en andere methoden er evenwel toe gekomen is het begrip trofie in wezen af te schaffen. Bij de trofie zijn namelijk een zo groot aantal factoren betrokken (niet alleen chemische, maar ook fysische), dat men oneindig veel graden zou moeten invoeren om alle combinatiemogelijkheden van de verschillende werkzame factoren tot hun recht te laten komen. Een dergelijk systeem van trofiegraden is niet meer te overzien. Sioli stelt nu voor niet de trofiegraad, doch de afzonderlijke factoren te analyseren en termen als 'fosfaat-eutroof', 'nitraat-oligotroof' te vervangen door omschrijvingen als 'fosfaat aanwezig, maar nitraat ontbreekt'.

In de praktijk is dit onderling onafhankelijk variëren van factoren lang niet altijd een probleem. In de twee vennen, die in dit onderzoek vergeleken worden, zijn namelijk alle ionenconcentraties van het ene ven duidelijk lager dan die in het andere. Het gaat dus eigenlijk om een vergelijking van de totale ionengehalten, die

door een geleidbaarheidsmeting bepaald kunnen worden (Rodhe 1949, Olsen 1950). Bovendien biedt het voorstel van Sioli geen oplossing voor gevallen, waarin verschillende factoren juist niet onafhankelijk van elkaar variëren, maar elkaar in hun werking beïnvloeden, dus geïntegreerd zijn.

Indien men bezwaren heeft tegen het gebruik van bepaalde begrippen of termen, ligt de oplossing mijns inziens niet in de afschaffing ervan, maar in het invoeren van nieuwe, goed gedefinieerde en in de praktijk hanteerbare termen. Ondanks het feit dat zij de modernste technieken toepassen, hanteren bijvoorbeeld Rodhe et al. (1966) de termen oligotroof en eutroof nog steeds, daar zij voor een eerste benadering bruikbaar zijn.

In dit onderzoek van het Uiversnest en Meeuwenven worden de termen oligotroof en eutroof in de oorspronkelijke zin van Naumann (1921) gebruikt voor het karakteriseren van het milieu.

Ook voor de relatieve tolerantie der planktonorganismen zullen de termen oligotroof en eutroof gebezigd worden. De door Weber (1907) ingevoerde termen oligotrafent en eutrafent zijn volgens Naumann (1931) in de limnologie volledig buiten gebruik geraakt. Zij worden vooral in de plantensociologie toegepast, waarbij de uitgang trafent een passieve betekenis heeft. Daar in het water levende microorganismen gelijktijdig als producent en als consument kunnen optreden, is een onderscheid tussen deze begrippen in de limnologie volgens Naumann overbodig; het kan zelfs aanleiding geven tot misverstand.

Nagegaan zal worden in hoeverre de kwalitatieve en kwantitatieve samenstelling van de plankton-biocoenose duiden op een verschil in trofie in Uiversnest en Meeuwenven. Schroevers (1968) stelt dat alleen in ongestoorde milieus de primaire produktie bij toeneming van de hoeveelheid ionen parallel verloopt aan de trofiereeks (echte eutrofiëring). In gestoorde milieus ('saprobiëring', echter ook vaak eutrofiëring genoemd) zou het proces anders verlopen en zou daarom een indeling gevolgd moeten worden, die opgesteld is volgens de kwalitatieve analyse van de levensgemeenschappen. In het laatste geval zou men het saprobiënsysteem niet buiten beschouwing mogen laten.

Pogingen om de systemen van trofie en saprobiteit met elkaar te vergelijken en te combineren zijn verricht door Caspers & Karbe (1966, 1967). Bij trofie-systemen heeft men dan volgens hen met autotrofe processen te maken, bij saprobiteit daarentegen met alle heterotrofe processen en de chemosynthese. Zowel de trofiegraad als de verontreinigingsgraad (saprobiteit) kunnen door metingen van de stofwisseling alsook door analyse der levensgemeenschappen vastgesteld worden.

In een schema geven Caspers & Karbe het aandeel van trofie en afbraak bij verschillende saprobiteiten aan.

Bij het β -oligosaprobe niveau past het oligotrofe water: er is weinig of geen toevoer van voedingszouten en detritus en geen ophoping van organische stof.

Primaire produktie en afbraak zijn gelijk en van geringe omvang.

Het α -oligosaprobe niveau wordt als het eutrofe type beschouwd. Toevoer van voedingszouten en detritus heeft een intensivering van de primaire produktie en afbraak tot gevolg, waarbij echter alle stoffen in de autochtone kringloop worden opgenomen. In dit geval is de grootte van primaire produktie en afbraak gelijk, op voorwaarde dat de afbraak tot een volledige mineralisatie van de detritus leidt.

Ook het β -mesosaprobe niveau is eutroof. Het verschil met het α -oligosaprobe niveau is echter, dat als gevolg van een meer intensieve allochtone stoftoevoer de kwantiteit der reducenten toeneemt en afbraak niet tot volledige mineralisering van alle stoffen leidt, zodat een overschot aan detritus gevormd wordt.

Bij het α -mesosaprobe niveau is de allochtone stoftoevoer nog groter, waardoor een intensivering van de omzetting optreedt. Er wordt meer detritus gevormd, waarin anaerobe processen verlopen. Bovendien begint een remming van de trofie door de afbraak, zodat niet alle voedingszouten bij de primaire produktie gebruikt worden.

Bij wateren van het polysaprobe type overheersen saprobe processen. β -polysaprobe water vertoont nog een gering aandeel van autotrofe processen; de trofie is alleen gebaseerd op allochtone voedingsstoffen, waarvan slechts een klein deel voor de produktie gebruikt wordt. Vatten wij trofie op in de zin van Åberg & Rodhe, dan is dit water hypertroof, in de zin van Elster oligotroof. De laatste voorstelling karakteriseert dit type water het best: er zijn weliswaar genoeg voedingsstoffen aanwezig om een geweldige primaire produktie te leveren, maar de trofie wordt door de saprobie onderdrukt.

Het α -polysaprobe water kan atroof genoemd worden, daar er geen trofie meer mogelijk is. De biocoenose wordt uitsluitend door anaerobe bacteriën gevormd.

Hoewel men het in grote lijnen eens kan zijn met de ideeën van Caspers & Karbe is er mijns inziens één bezwaar tegen. Terwijl zij de saprobiteit in drie klassen, met elk een onderverdeling in β en α (in onlogische volgorde, maar dat kunnen zij niet helpen), verdelen, noemen zij zowel het α -oligosaprobe als het β -mesosaprobe niveau eutroof. Men kan echter ook bij de trofie meer graden onderscheiden. Mijns inziens zou het daarom beter zijn het α -oligosaprobe water mesotroof of zwak eutroof te noemen.

III TERREINBESCHRIJVING

HYDROLOGIE

de onderzochte vennen maken deel uit van de Hatertse vennen, gemeente Elt. Ze zijn gelegen in een stuifduingebied, dat betrekkelijk jong is en de onderzoekingen van Pons (1957) stamt uit de overgang van de laatste naar de huidige, warmere periode, het Holoceen (ongeveer 10.000 jaar geleden).

De kaart van het grensgebied van Land van Maas en Waal en Rijkswateringen, waarin dit duincomplex gelegen is, geeft fig.1. Geheel aan de noordzijde bevindt zich het bekken van Groesbeek (1), ontstaan door gletsjers uit de laatste ijstijd. Aan de westzijde wordt deze laagte geflankeerd door de heuvel van Nijmegen (2), een heuvelrug, die door het diluviale landijs opgestuwd is in de voorlaatste ijstijd (ongeveer 200.000 jaar geleden). Ten westen hiervan en aan de andere zijde begrensd door het Maas-Waalkanaal ligt de fluvioglaciale vlakte van de Maas, staande uit grof zand, dat door smeltwater van het Rissglaciaal (= laatste ijstijd) is aangevoerd. Nog verder westwaarts strekt zich het fluviatiele gebied van de Maas uit, bedekt met rivierleem (4). In dit gebied stroomde vanaf de laatste ijstijd tot diep in de laatste ijstijd, het Würmglaciaal (60.000-10.000 jaar geleden), een verwilderd riviersysteem van Rijn en Maas. Over deze vlakte werden grote hoeveelheden grof zand en grind met smeltwater uit de Alpen en de Duitse oevergebieden naar het noordwesten vervoerd. Tijdens een korte klimaatswijziging in de Allerød-periode kwam hieraan plotseling een einde; Rijn en Maas ontwaterden het gebied met achterlating van een ongeveer 1 m dikke kleilaag, die nu overweerd is tot rivierleem. Op de overgang van de laatste ijstijd naar de warmere periode werd op de westrand van het oude rivierlandschap vanuit de vlakte dekzand afgezet. Tijdens de volgende klimaatsverbeteringen daalde de waterspiegel. Het dekzand ging opnieuw aan het stuiven en zo ontstonden diepe duinpannen en hoge duinruggen. In het hieropvolgende vochtiger (Atlanticum 5.500-3.000 jaar geleden) steeg het grondwater weer en werden de duinpannen met water; dit werden de vennen.

De herkomst van het water in de Hatertse vennen na de laatste ijstijd, werd door Pons (1960, niet gepubliceerd) in april 1959 in dit gebied een aantal boringen verricht tot 1 m of dieper in het grondwater doordringend. Op veel plaatsen kon rivierleem worden aangetoond, o.a. op de bodem van het Meeuwenwiel. Een groot deel van de overige venbodem bleek te bestaan uit duinzand en rondom waarschijnlijk leem. Ook bij het Uiversnest ligt de bodem in het

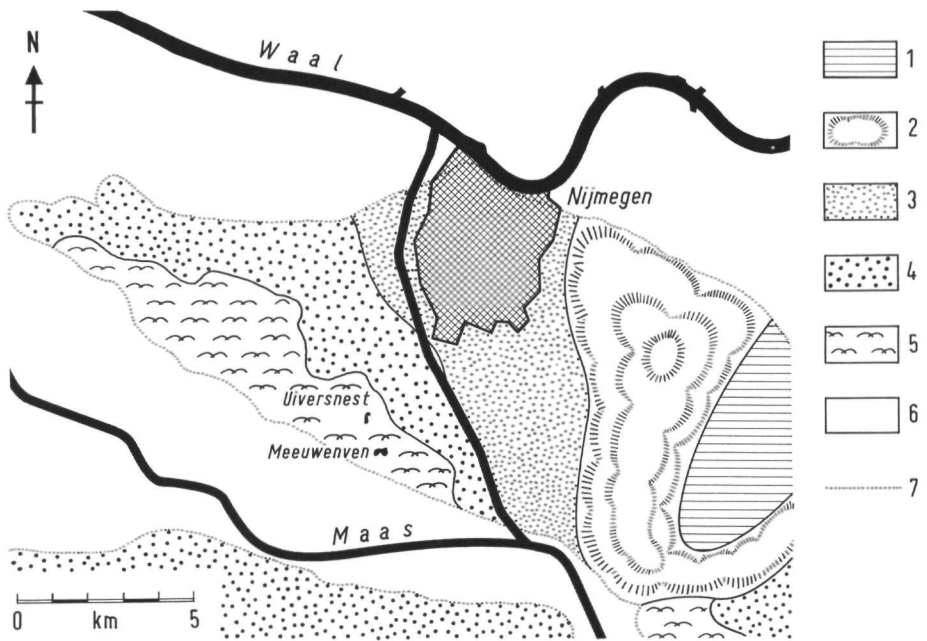


fig.1. Overzichtskaartje van de omgeving van Nijmegen

1. gletsjerbekken van Groesbeek
2. stuwwal van Nijmegen
3. fluvioglaciale vlakte bestaande uit grof zand
4. fluviatiel laagterras met rivierleem
5. dekzandgebied met duinruggen
6. holocene rivierafzettingen
7. grens tussen pleistocene en holocene landschappen

fig.1. Survey map of the Nijmegen area

1. glacial basin of Groesbeek
2. pushmoraine ridge of Nijmegen
3. plain of coarse fluvio-glacial sands
4. fluvial lower terrace covered by river-loam
5. coversand and dune ridges
6. holocene river-deposits
7. boundary between pleistocene and holocene landscapes

niveau van de rivierleem.

In feite bezit het duincomplex twee grondwaterspiegels boven elkaar: één van het waterlichaam op de leemlaag en één van het water daaronder. Zowel boven als onder de rivierleemlaag kan het grondwater horizontale bewegingen uitvoeren. Voor verticale stromingen vormt de leem een hindernis, maar van een werkelijk afsluitende laag is geen sprake, omdat deze leem plaatselijk zeer zandig is.

Soms staat de onderste waterspiegel nog op enige afstand onder de leemlaag, soms ertegenaan. Buiten het duincomplex ontbreekt uiteraard het bovenste grondwater en vormt het onderste de enige waterspiegel. Het gevolg is, dat het grondwater in het dungebied (althans voor zover het het bovenste grondwater betreft) aanmerkelijk hoger ligt dan in de omgeving. Daaruit volgt, dat het

duingrondwater alleen door het regenwater wordt gevoed en onafhankelijk is van invloeden van buiten het duincomplex. Via de leemlaag vindt mogelijk hier en daar omlaag gericht watertransport plaats. Er is in deze vennen dus geen invloed van Maas- of Waalwater, evenmin van kwelwater uit het Nijmeegse heuvelgebied. Deze laatste bewegingen bepalen zich tot het water onder de leemlaag en beïnvloeden het bovenwater van de vennen niet. Zowel het regenwater, dat direct in de vennen valt, als het water dat er via het duinzand in terecht komt, bevat weinig voedingszouten, zodat de vennen van nature voedselarm zijn.

Inmiddels is door H.P.G.Helsper te Nijmegen een pollenanalyse verricht van boormateriaal van het diepste punt van het Uiversnest (Teunissen 1967, ongepubliceerd rapport). Hieraan wordt het volgende ontleend:

De eerste pollenhoudende sedimenten stammen uit het begin van het Atlanticum. Aanvankelijk was er vermoedelijk slechts een vochtige plek, begroeid met *Carex* en *Alnus*. Langzamerhand ontwikkelde zich een vochtige bosvegetatie, namelijk een zogenaamd 'Quercetum mixtum' met *Quercus*, *Tilia* en *Corylus* en een bostype, dat op jongere en eventueel vochtiger bodems voorkomt (Alno-Padion). Op het omringende hogere stuifzand handhaafde zich *Pinus* met een ondergroei van Gramineae en *Calluna*. Het milieu maakte dus niet de oligotrofe indruk, die het nu te zien geeft. Na de overgang van het Atlanticum naar het Subboreaal (3.000–700 v.Chr.) trad zuivere organische sedimentatie op, waarbij een Gytja-achtig sediment gevormd werd. Er kwamen nu eutrofe plassen voor met *Potamogeton* als waterplanten en Cyperaceae langs de oever.

Uitputting van de voedselreserves begon pas bij de overgang van Subboreaal naar Subatlanticum (700 v.Chr.–heden). Eerst namen de eutrafiante waterplanten af, daarna *Carex*, waarna *Sphagnum* zich sterk ging uitbreiden. In deze periode kwam ook veel *Scheuchzeria* voor, die nu sporadisch aangetroffen wordt. Hier zien wij dus het begin van de oligotrofe toestand. In deze periode werd een dunne laag van Gytja-achtig sediment afgezet. Er werd dus geen echt veen (in de zin van turf) gevormd. Tijdens de afzetting van de bovenste lagen van het monster heeft *Alnus* zich langs de oevers gehandhaafd; op de hellingen bleven *Pinus*, *Betula* en *Quercus* voorkomen.

Ongeveer tegelijkertijd laat zich de invloed van de mens aflezen. Pollenkorrels van granen worden gevonden in het midden van het Subboreaal. In het Subatlanticum wordt deze invloed nog duidelijker. De bosbedekking loopt terug en er komen meer planten bij, die de invloed van de mens aantonen (dit zijn soorten van open landschappen zoals grasland, ruderaal gebied en heide). In het midden van deze periode verdwijnen de bossen door kappen of branden; tevens breidt *Sphagnum* zich sterk uit.

De verandering van een oorspronkelijk eutrofe plas in een oligotroof ven zou dus door de mens beïnvloed kunnen zijn. Niet alleen doordat er veel bos gekapt werd, maar ook door het weghalen van strooisel en uitbreiding van de heide werd het

milieu voedselarmer. Bovendien werd het klimaat vochtiger en nam de invloed van regenwater toe. De veenplaten in het Uiversnest zijn van zeer recente oorsprong.

In de winter van 1968–1969 werden door N. Dankers te Nijmegen palynologische analyses in het Meeuwenven verricht. De voorlopige resultaten kunnen als volgt worden samengevat (Teunissen, ongepubliceerd).

Er zijn vier fasen in de vegetatie-ontwikkeling te onderscheiden:

1) Een 'oorspronkelijke' bosfase

De oudste pollenhoudende afzettingen van de veeneilanden worden gevormd door humeuze stuifzanden, die vrijwel direct op de leemlaag liggen. De pollenassociatie wijst op een gesloten bos, dat dateert uit de vroege middeleeuwen (Merovingische tijd, 350-750 jaar na Chr.). Uit het optreden van *Rumex* en Gramineae blijkt, dat het om een geregenereerd bos gaat. Dit is een 'Quercetum mixtum', waarbij *Betula*, *Pinus*, *Carpinus*, *Fagus* en heide slecht vertegenwoordigd zijn. Vochtminnende soorten en waterplanten zijn beperkt tot enkele percenten Cyperaceae. Daarentegen vertoont *Sphagnum* nu en dan hoge toppen (40–50%). Het ven bestond uit een drassige vlakte met weinig oligotroof open water.

2) De 'eerste' ontbossingsfase

Waarschijnlijk zijn hieraan al eerder ontbossingen voorafgegaan in de Romeinse tijd. Aan het begin van deze fase treden voor het eerst granen en *Artemisia* op. De hoeveelheid boompollen valt terug van 90 tot 30% en er wordt veen gevormd door *Sphagnum*. In de omgeving nemen Gramineae krachtig toe (45%), ook akkeronkruiden en 'kultuurbegeleiders' worden aangetroffen. Tijdens de top van de ontbossing vindt men *Fagopyrum*, een landbouwgewas dat rond 1200 na Chr. werd ingevoerd. Er komen enkele waterplanten voor en *Sphagnum* neemt af tot 10%. Dit laatste zou kunnen wijzen op een vollopen van het ven, hetgeen dan weer zo verklaard zou kunnen worden, dat door de ontbossing minder neerslag zou verdampen. Mogelijk verdwijnt *Sphagnum* ook door eutrofiëring.

3) Een fase van bosherstel

In het herstelde bos komen *Alnus*, *Quercus*, *Betula* en *Corylus*, echter weinig *Pinus* en *Fagus* voor. Granen en Gramineae zijn slecht vertegenwoordigd, akkeronkruiden en kultuurbegeleiders bereiken een maximum. Ook *Sphagnum* ontwikkelt zich explosief (bijna 95%); dit zou op een lage waterstand wijzen.

4) Een laatste ontbossingsfase

In deze periode wordt *Pinus* dominant onder het boompollen, een bewijs van menselijke invloed van de laatste eeuwen. Ook nu breiden granen, kruiden en Gramineae zich weer uit en komt de heide goed tot ontwikkeling. Vochtminnende planten zijn wat talrijker. *Sphagnum* wordt tot vrijwel nul gereduceerd, waar-

schijnlijk door hernieuwd vollopen van het ven en door eutrofiëring.

In zeer recente tijd nemen graan, heide en kruiden af, slechts Gramineae worden talrijker. In het enigszins herstelde bos zijn *Pinus* en *Betula* dominant. *Sphagnum* herstelt zich niet meer.

Het Meeuwenven is dus veel later ontstaan dan het Uiversnest. Het wordt gekarakteriseerd door sterke wisselingen in waterstand, daar het aan de rand ligt van het waterlichaam, dat zich in het duingebied op de leemlaag handhaaft. Dank zij deze leemlaag en de verbinding met meer centraal gelegen vennen loopt het niet helemaal leeg.

Het beeld, dat door middel van deze pollenanalyses verkregen is, komt overeen met de resultaten van onderzoek van plantenresten in veen door Grosze-Brauckmann (1967). Reeds Weber (1907) heeft een autonome ontwikkeling aangetoond van eutrafente tot oligotrafente plantengemeenschappen, die door een proces van afnemning van de voedselvoorraad van de standplaats bepaald wordt. Dit schijnt volgens Kulczynski (1949) door zich vaak plotseling wijzigende standplaatsvoorwaarden (vooral hydrologische) bepaald te worden. Grosze-Brauckmann (1963) geeft een voorbeeld van veenvorming in een gebied, waarbij de onderste veenlagen door een meso- tot eutrafente vegetatie gevormd zijn, terwijl op bepaalde plaatsen na vergroting van de toevoer van regenwater veenvorming door oligo- tot mesotrafente vegetatie optreedt.

2. BESCHRIJVING VAN DE VENNEN

A. *Het Uiversnest* (zie fig.2)

Oriëntatie:	noord-zuid
Lengte:	± 200 m
Grootste breedte:	± 125 m
Gemiddelde breedte van open water:	90 m
Wateroppervlakte:	± 1 ha
Maximum-peil (1961):	10,73 + NAP
Minimum-peil (1959):	10,10 + NAP.

Het ven heeft geen aan- of afvoer. Het heeft een beschutte ligging, doordat het aan alle kanten omgeven wordt door duinruggen, die begroeid zijn met *Pinus sylvestris*. Aan de noordoever staat vooral *Betula pubescens*; deze oever is steil, hier liggen veel takken en afgefallen bladeren in het water. De noordnoordoosthoek is ondiep, de bodem is bedekt met *Sphagnum* en pollen van *Molinia coerulea*; dit deel ligt bij lage waterstand meestal droog. *Molinia* komt vooral voor op plaatsen met een wisselende waterstand. Het stuk van de oever, ten zuiden hiervan gelegen, is begroeid met *Pinus sylvestris*; ook hier staat veel *Molinia* aan de

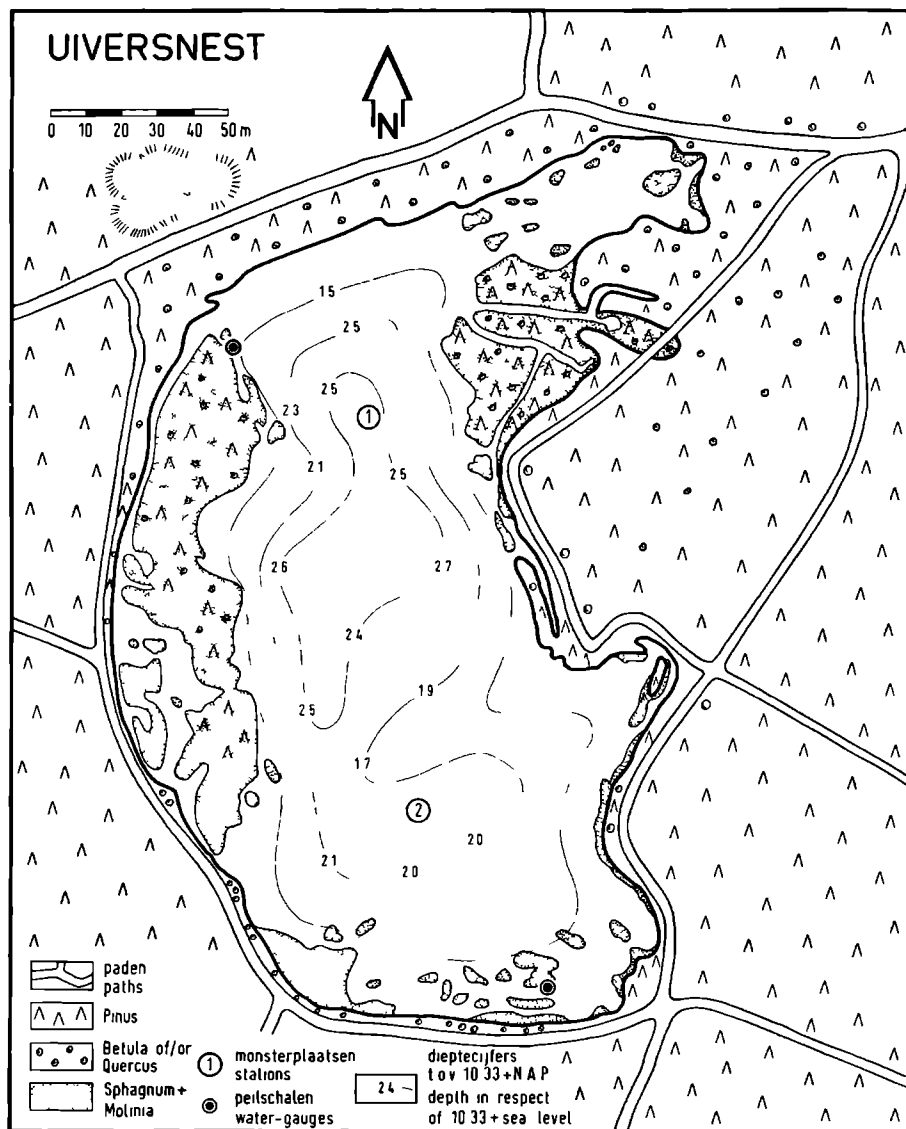


fig 2 Kaart van het Uiversnest
Map of the Uiversnest

randen De vegetatie van het kleine schiereiland aan de oostzijde bestaat eveneens uit *Molinia*, ten zuiden hiervan is het water zeer ondiep, de bodem is van zand. Aan de oostzuidostrand is een gordel van *Juncus effusus* en *Molinia*, in de zuidoosthoek zijn veel kleine eilandjes met *Molinia* en *Juncus effusus*, het water is daar ondiep en ondergaat enige vervuiling door toerisme, waarop de aanwezigheid

van *Juncus effusus* wijst. In de zuidwesthoek ligt een kleine veenplaat; de meest uitgestrekte veenplaten vindt men aan de westzijde. Deze drijftillen liggen in de luwte van de hoogste heuvels, daar de overheersende windrichting zuidwest is.

Op de veenplaten is de vegetatie homogeen; op vervuiling wijzende soorten zijn er zeldzaam. Algemeen zijn: *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*, *Drosera rotundifolia*, *D. intermedia* en *Scirpus cespitosus*. *Narthecium ossifragum* komt vrij veel voor, terwijl *Scheuchzeria palustris* slechts eenmaal gevonden is. In de moslaag domineren *Sphagnum papillosum* en *S. recurvum*, waarnaast o.a. ook *Cephalozia macrostachya* en *Aulacomnium palustre* aangetroffen zijn. Een overgang van het *Sphagnion papillosum* naar het *Ericetum tetralicis* op iets hogere horsten is duidelijk waarneembaar, terwijl op de hoogste plaatsen *Calluna vulgaris* domineert en hier en daar reeds *Pinus sylvestris* en *Betula pubescens* opslaan (Geelen et al. 1961).

De bodem van het ven is geheel bedekt met *Sphagnum*.

B. Het Meeuwenven (zie fig.3)

Oriëntatie:	oost-west
Lengte:	± 300 m
Breedte:	70–160 m
Wateroppervlakte:	± 3 ha
Maximum-peil (1961):	9,75 + NAP
Minimum-peil (1959):	8,95 + NAP.

Uit bovenstaande gegevens kan geconcludeerd worden, dat het waterpeil van het Meeuwenven ongeveer 1 m lager ligt dan in het Uiversnest, terwijl de leemlaag ongeveer op hetzelfde niveau voorkomt. Het Uiversnest is dus ongeveer 1 m dieper dan het Meeuwenven.

Het ven ontvangt water vanuit de aangrenzende boerderij aan de zuidoostzijde en voert bij hoge peilstand water af aan de noordzijde.

Ook het Meeuwenven wordt aan alle kanten omringd door bos. Toch ligt het minder beschut dan het Uiversnest, omdat de omringende heuvels minder hoog zijn en het oppervlak veel groter is.

In hoofdstuk I is reeds vermeld, dat het Meeuwenven gestoord wordt door een kapmeeuwenkolonie en door voedselrijk water uit een landbouwgebied. Op beide storingsbronnen zal nu nader worden ingegaan.

De kapmeeuwenkolonie is in de laatste jaren sterk toegenomen. Om een indruk te geven van de uitbreiding van de kolonie volgen hier enkele cijfers (Geelen et al. 1961; Zoölogisch Laboratorium Nijmegen, niet gepubliceerd).

In 1917 bevonden zich in het Meeuwenven geen kokmeeuwen, wel visdieven en zwarte sterns. In 1929 broedden in het Meeuwenven 3 paren kokmeeuwen en 3 paren visdieven. In 1930 waren in het Meeuwenven 20 paren kokmeeuwen en 4

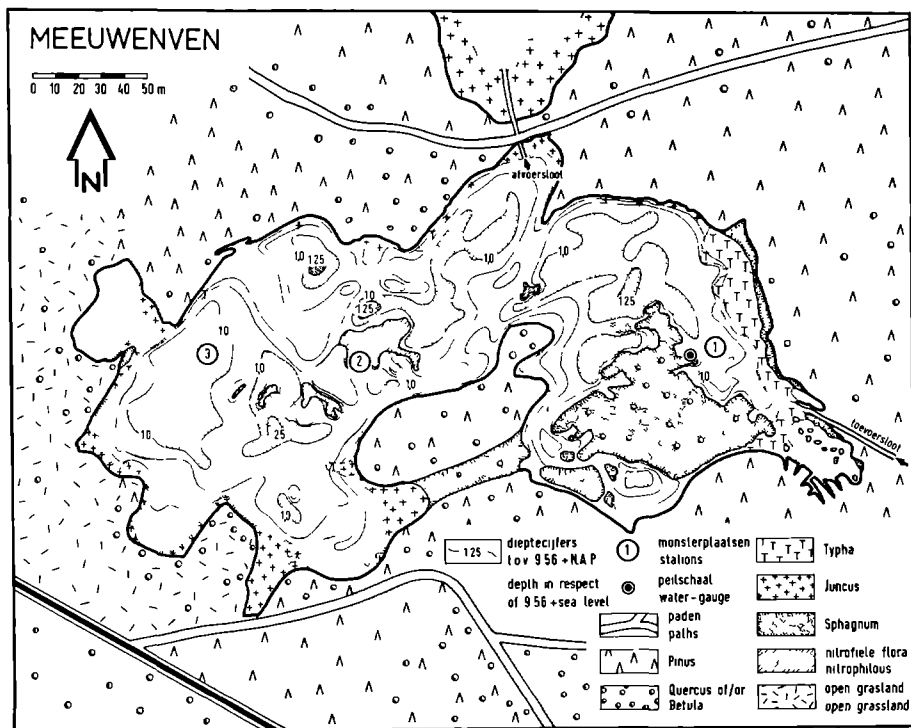


fig.3. Kaart van het Meeuwenven

Map of the Meeuwenven

toevoersloot = inlet

afvoersloot = outlet

paren visdrievan aanwezig. Daarna werd de kokmeeuwenkolonie steeds groter.

Datum	Telling van het aantal nesten
28-4-1959	680
12-5-1959	970
27-4-1960	680
6-5-1960	1110
18-4-1961	180
23-4-1961	380
27-4-1961	660
6-5-1961	900
12-5-1961	875
20-5-1961	460

Begin mei, als de kolonie volledig bezet is, varieert het aantal individuen van 1800–2200.

De eerste meeuwen komen eind februari/begin maart bij het Meeuwenven aan. In het begin is het aantal dieren nog klein en zij verdwijnen meestal weer, vooral bij plotselinge koude. Ongeveer half maart vestigen zij zich definitief, waarna half april de eerste eieren verschijnen en half mei de eerste jongen te voorschijn komen. De broedplaats wordt gewoonlijk tussen 10 en 20 juli verlaten.

De andere storingsbron van het Meeuwenven is een toevoersloot, die water aanvoert van een boerderij en van bouwland, waar het doorheen stroomt. Het ven krijgt dus enerzijds regelmatig voedingsstoffen aangevoerd en wordt anderzijds enige maanden per jaar sterk bemest door de aanwezigheid van de meeuwen.

Het water van het Meeuwenven is dus niet meer duidelijk oligotroof, maar door storende invloeden veranderd in eutrofe richting. Men zou het mesotroof kunnen noemen. Volgens Leentvaar (1958) is een mesotroof ven eigenlijk geen overgangsstadium, maar een permanent milieu, dat bijvoorbeeld door de chemische samenstelling van de bodem tot stand wordt gebracht en in stand gehouden. Het Meeuwenven is van oorsprong oligotroof, maar wordt door bemesting van meeuwen (guanotrofie) en door water van de toevoersloot voedselrijker. Leentvaar noemt een dergelijk gestoord milieu metatroof. Daar het Meeuwenven 's winters duidelijk minder eutroof is dan 's zomers, is de toestand waarin het milieu verkeert niet permanent en is de term metatroof hier misschien beter op zijn plaats. Schroevers (1966a) noemt een water metatroof als water van oligotrofe oorsprong verontreinigd wordt. Hij kenmerkt een dergelijk milieu door soortenarmoede, door een relatief belangrijk aandeel van Cyanophyceae en ten dele of volledig heterotrofe micro-organismen, en tenslotte door een sneller wisselen van abundantie en dominantie van verschillende soorten. In hoeverre deze kenmerken ook het Meeuwenven karakteriseren, zullen wij in een later hoofdstuk bespreken.

De vegetatie is een wild mozaïek van plantengezelschappen. Oligotrafente vegetaties grenzen aan ruderales. Op de eilandjes, waar de meeuwen huizen, zijn de oligotrafente soorten tot op de laatste verdwenen en door nitrofiele vervangen zoals *Urtica dioica*, *Rumex* spec., *Brassica oleracea*, *Chenopodium* spec., *Arctium* spec., *Tussilago farfara* e.d. In het water bezetten *Typha latifolia* en *Phragmites communis* jaarlijks meer vierkante meters. Volgens Westhoff in Van Ooststroom & Reichgelt (1954) heeft *Typha latifolia*, in tegenstelling tot *T. angustifolia*, een zekere voorkeur voor een metatroof, dat wil zeggen door een storing geleidelijk voedselrijker geworden milieu (bemesting door vogels, toevoer van door de mens verontreinigd water).

Een massaal binnendringen van een nieuwe plant kon men waarnemen in de droge zomer van 1959; wellicht herinnert men zich de luchtbrug van zaden van *Senecio congestus*, die vanuit Oost-Flevoland wekenlang over het zuiden van Nederland werd in stand gehouden. De zaden kiemden uitsluitend op het zeer voedselrijke slik van het Meeuwenven en kwamen daar in het volgende jaar tot

enorme ontwikkeling. In andere vennen kwamen de planten niet op (Geelen et al. 1961). Voor uitgebreide gegevens over de invasie van *Senecio congestus* in Nederland zie Bakker (1960). Hij schrijft de grote vitaliteit van de eerste generatie toe aan het hoge gehalte aan minerale stikstof van de bodem als deze droogvalt. De snelle afname in vitaliteit van de volgende generatie is te wijten aan de afname van het minerale stikstofgehalte van de bodem onder invloed van de eerste generatie. Over de verspreiding van *Senecio congestus* in Duitsland verscheen een reeks korte berichten van Runge (1960–1965).

Oligotrafente associaties vindt men op de veenplaat in de zuidoosthoek en in een smalle strook langs de oostoever; aan de waterkant wordt deze echter begrensd door *Typha latifolia*. De oorspronkelijke vegetatie kan hier stand houden, omdat zij steeds via het zand uitgelooagd regenwater ontvangt.

In het water komt *Callitriche* spec. soms in grote hoeveelheden voor. De bodem van het ven bestaat uit zand met een laag fijne bruin-zwarte modder en is niet begroeid met *Sphagnum*.

IV METHODIEK

Voorgeschiedenis

In veel onderzoeken wordt het aantal planktonorganismen in geschatte waarden (met letters of cijfers) aangegeven. Door de hoeveelheid van het aanwezige plankton in een exact getal uit te drukken, worden de resultaten veel bruikbaar. Zij zijn vergelijkbaar met chemische, fysische en bacteriologische gegevens, die eveneens gewoonlijk in getallen worden weergegeven. Bovendien worden de gegevens van fyto- en zoöplankton onderling vergelijkbaar.

Pogingen tot kwantitatief planktononderzoek werden reeds in de vorige eeuw ondernomen. Als eerste deed Hensen (1887) dit voor marien plankton. Hij werkte met een trechtervormig net van builgaas, dat over een bepaalde afstand door het water gesleept werd. Een deel van de vangst werd onder het microscoop uitgeteld. De kritiek, welke op deze werkwijze werd geuit, bestond o.a. uit de volgende punten: het net spuwt een gedeelte van de vangst weer uit door de hoge weerstand die erin optreedt; het plankton is niet egaal verdeeld in het water; bovendien passeert een groot deel de mazen van het net. Lohmann (1908) stelde voor het eerst nauwkeurige kwantitatieve planktonlijsten van de Oostzee bij Kiel samen. Risch (1925) meende dat een ideale methode zodanig moet zijn, dat alle organismen uit een bepaalde waterhoeveelheid, zonder verlies veroorzakende manipulaties, direct op een telplaat geprojecteerd kunnen worden. In de praktijk was dit moeilijk te realiseren.

Volgens Utermöhl (1931) werden voortdurend nieuwe kwantitatieve methoden ontwikkeld vanwege de zeer uiteenlopende hoeveelheden plankton in de verschillende wateren en de variabele grootten van de plankters. Hij trachtte er meer eenheid in te brengen en stelde daartoe de volgende voorwaarden:

- 1) voldoende kwantitatief;
- 2) onbepaald toepasbaar met betrekking tot:
 - a. alle planktonvormen met inbegrip van het ultraplankton, dat wil zeggen ook de allerkleinste organismen;
 - b. alle watertypen van de polytrofe dorpsvijver tot de bijna planktonvrije meren van het hooggebergte, van de door detritus gekleurde Waddenzee tot het zeer heldere bergmeer;
- 3) zeer duidelijk onafhankelijk van:
 - a. plaats: het onderzoek dient niet alleen in het laboratorium, maar even nauwkeurig in het veld uitvoerbaar te zijn;
 - b. tijd: het onderzoek van de betreffende monsters dient naar believen

onderbroken en uitgesteld te kunnen worden;

4) weinig tijdrovend;

5) eenvoudig: ook de beginnening zonder bijzondere ervaring dient ermee te kunnen werken;

6) gemakkelijk;

7) goedkoop.

Een belangrijke bijdrage tot de ontwikkeling van het kwantitatieve plankton-onderzoek was de invoering van het omgekeerde microscoop door Utermöhl.

In het artikel van 1958 geeft Utermöhl de voordelen van zijn methodiek nogmaals in het kort weer. Aan de meeste van deze eisen kan bij de door mij gebruikte methodiek worden voldaan. Bij aanwezigheid van veel storende detritus is de methode wel uitvoerbaar, maar wordt zij zeer tijdrovend, omdat de monsters sterker verdund moeten worden. Het gebruikte microscoop is niet in het veld te gebruiken. Dit is geen onoverkomelijk bezwaar. De methode is echter wel degelijk tijdrovend; de snelheid hangt af van ervaring en nauwkeurigheid. Hoewel chemisch-fysische methoden voor het karakteriseren van watertypen zeer in trek zijn, blijft kwantitatief planktononderzoek echter noodzakelijk (Heynig 1966).

De door mij gevolgde methodiek is uitvoerig beschreven in een niet gepubliceerd rapport van van Heusden (1956c). De belangrijkste punten hiervan worden hier weergegeven.

1. *Het vangen*

Het plankton wordt gevangen door het met water en al op te pompen, zodat de hoeveelheid water nauwkeurig op een watermeter is af te lezen. De pomp is een 12-Volt elektrische pomp (merk Stuwart Nr.12), die gevoed wordt door accu's en een debiet heeft van ongeveer 3 m³/h. Aan het eind van de slang (ϕ 2,5 cm) bevindt zich een trechter ($\phi \pm 15$ cm) om de vluchtreactie van Copepoden te verhinderen (zie fig.4). Een pomp is het meest geschikt om zoöplankton kwantitatief te bemonsteren (Elster 1958). In Amerika worden apparaten gebruikt, welke een grotere nauwkeurigheid hebben, zoals de plankton-'trap' van Birge & Juday, de Clarke-Bumpus-sampler en de Toronto-sampler (Langford 1953). Al deze apparaten hebben door hun grote afmetingen het nadeel, dat zij alleen in diepe meren te gebruiken zijn.

2. *Monstername*

Sommige planktonorganismen komen in zulke grote aantallen voor, dat een monster van 1 cm³ groot genoeg is om het aantal organismen te bepalen. Andere soorten zijn echter zo zeldzaam, dat een monster van 100 l water nodig is om deze te bemachtigen. Opdat voldoende betrouwbare gegevens verkregen worden, dienen de monsters zo groot te zijn, dat men van een bepaalde soort tenminste 100 individuen aantreft. Om alle organismen van alle afmetingen te vangen,

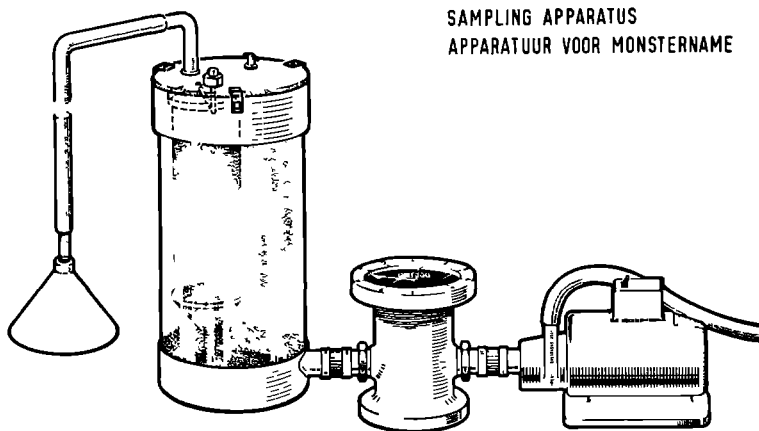


fig.4. Apparatuur voor monsternamen bestaande uit een cylinder met groot planktonnet, watermeter en pomp
Sampling apparatus showing the cylinder with large plankton net, the water meter and the pump

worden monsters genomen van 10 of 100 cm³, 1, 10 en 100 l ofwel 10¹ respectievelijk 10², 10³, 10⁴ en 10⁵ cm³. De monsters werden eenmaal per maand in drievoud genomen op 2 tot 3 plaatsen per ven op een diepte van ± 10 cm onder het oppervlak. De monsters zijn uitsluitend overdag genomen. Er is geen rekening gehouden met een eventuele verticale migratie; deze speelt hoogstens in het diepere Uiversnest een geringe rol.

3. Concentreren en fractioneren

Bij het monsternemen wordt het opgepompte water eerst opgevangen door een planktonnet, dat in een met water gevulde cylinder hangt. Hierdoor voorkomt men een drukverschil, zodat de organismen niet fijngeperst worden tegen het gas.

Voor de verschillende monstervolumina zijn netten van aangepaste maaswijdten in gebruik. Voor het afzeven van het plankton worden cilindrische netten gebruikt: voor monsters van 100 l met een maaswijdte van 315 μ (builgaas Nr. 2XX, Firma Brouwers & van de Stadt, Amsterdam) en voor monsters van 10 l met een maaswijdte van 100 μ (builgaas Nr. 13XX) (zie fig.5). Aan de monsters wordt zoveel formaline toegevoegd, dat een 2-4% oplossing verkregen wordt. Een betere fixatie, vooral voor fytoplanktonorganismen als kleine Flagellaten, is die met Lugol, waardoor de oorspronkelijke vorm beter bewaard blijft; de monsters zijn dan echter minder goed houdbaar. Aangezien de monsters bij gebrek aan voldoende tijd meestal niet direct uitgewerkt konden worden, was de fixatie met formaline noodzakelijk. Met een net met maaswijdte van 55 μ (builgaas Nr. 25

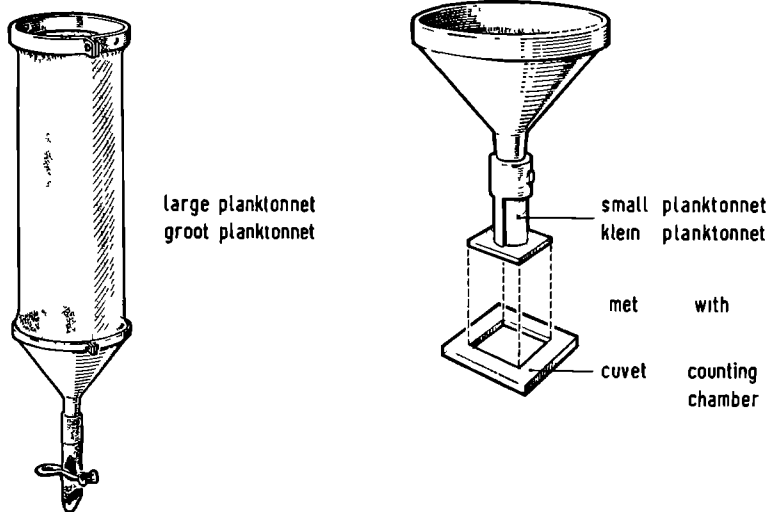


fig.5. Groot planktonnet voor het concentreren van monsters in het veld en klein planktonnet, passend in de cuvet, voor het concentreren van de monsters in het laboratorium
Large plankton net to concentrate samples in the field; small plankton net, fitting to the counting chamber, to concentrate samples in the laboratory

‘prima’) wordt het plankton van ongeveer 30 l water afgezeefd; dit materiaal wordt levend bestudeerd.

Bij het afzeven worden de watervolumina teruggebracht tot ongeveer een halve liter. Deze monsters moeten dan in het laboratorium nogmaals geconcentreerd worden tot een volume van 4 cm³, dit is de inhoud van de cuvet waarin ze geteld worden. Dit gebeurt met kleine netten van dezelfde maaswijdte, die precies in de cuvet passen (zie fig.5). Het monster van 1 l wordt alleen in het laboratorium afgezeefd; dit geschiedt door fosforbronsgaas met maaswijdte van 33 μ .

De verschillende handelwijzen zijn in het volgende schema samen te vatten:

monstervolumen <i>sample volume</i>	afzeven door net met maaswijdte <i>filter through net with meshes of</i>	bezinken in cuvet van 4 cm ³ <i>settling in counting chamber of 4 ml</i>
100 liter = 10 ⁵ cm ³	315 μ (2x)	na afzeven <i>after filtering</i>
10 liter = 10 ⁴ cm ³	100 μ (2x)	na afzeven <i>after filtering</i>
1 liter = 10 ³ cm ³	33 μ (1x)	na afzeven <i>after filtering</i>
100 cm ³ = 10 ² cm ³	—	direct
10 cm ³ = 10 ¹ cm ³	—	direct

Om het rekenen te vergemakkelijken, worden vierkante cuvetten gebruikt met een oppervlakte van 10 cm^2 ; de afmeting van de cuvet bedraagt $31,6 \times 31,6 \text{ mm}$ bij een diepte van 4 mm . De bodem van de cuvet bestaat uit een glasplaatje van 1 mm dikte, terwijl de cuvet wordt afgesloten met een dekglas van $0,15 \text{ mm}$ dikte. Dit geeft een duidelijke vereenvoudiging ten opzichte van de methode van Utermöhl, waarbij telkamers van verschillende grootten gebruikt worden.

4. *Het microscoop*

Dit is een Reichert Universal Kamera Mikroskop MeF", een omgekeerd microscoop met projectie op matglas, met een Fresnellens, waardoor een gelijkmatig beeld verkregen wordt. Op het matglas kunnen vergrotingen van 25x, 125x, 250x en 750x worden bereikt.

5. *Tellen en berekenen van het aantal organismen*

Op het matglas worden raampjes gelegd, waarin een vierkant gezichtsveld is uitgesneden. Bij elke vergroting past een bepaald gezichtsveld, waarvan de oppervlakte zo gekozen is, dat deze 10^{-2} , 10^{-4} of 10^{-6} deel van de cuvetbodem bedraagt. Ingewikkelde omrekeningsfactoren zijn hierbij niet nodig. Indien bijvoorbeeld de planktonorganismen afkomstig zijn uit 1 cm^3 behoeft het aantal, dat men in één gezichtsveld ziet, slechts te worden vermenigvuldigd met het aantal gezichtsvelden, dat overeenkomt met de oppervlakte van de cuvet. Was de vangst afkomstig uit een groter watervolume, dan moet de uitkomst gedeeld worden door het aantal cm^3 van dit volume. Om een grotere nauwkeurigheid te bereiken, dienen meerdere gezichtsvelden te worden geteld. Kiest men hiervoor een aantal van 10 of 100 gezichtsvelden, dan blijft de berekening eenvoudig en krijgt men voor elk deelmonster een vaste omrekeningsfactor. Zo krijgt men bijvoorbeeld bij een monstergrootte van 100 l, een vergroting van 25x en 100 gezichtsvelden een omrekeningsfactor $\times 10^{-5}$.

6. *Planktonvolume en planktonlijsten*

In een planktonmonster van eutroof water treft men een 50- tot 100-tal soorten aan, in monsters van oligotroof water is dit aantal 10 tot 30. Deze soorten verschillen niet alleen sterk in hun vorm en afmeting, maar ook in hun betekenis voor de biocoenose (kwantitatief of kwalitatief). Om ze onderling te kunnen vergelijken wordt in navolging van Lohmann (1908) het volume gekozen. Van elke soort wordt zo goed mogelijk het gemiddelde volume bepaald. Soorten, waarvan verschillende ontwikkelingsstadia voorkomen, worden in groepen ingedeeld, bijvoorbeeld naupliën, copepodieten en adulte individuen van Copepoden. Het volume wordt vermenigvuldigd met het aantal organismen van de soort, waardoor het populatievolume verkregen wordt. Door optellen van alle populatievolumina krijgt men het totale planktonvolume. Men drukt het totale plankton-

volume uit in mm^3/l . Aangezien het soortelijk gewicht van planktonorganismen ongeveer gelijk is aan 1, mag men in plaats van mm^3/l ook schrijven mg/l , waardoor vergelijking met chemische gegevens mogelijk is.

Men rangschikt deze gegevens naar aflopend populatievolume (zie tabel 1 en 2). Hierdoor ziet men direct welke soorten kwantitatief het belangrijkste zijn. De eerste 15-20 soorten omvatten in het algemeen reeds ongeveer 95% van het totale volume, zodat de soorten die steeds onderaan op de lijsten voorkomen, kwantitatief onbelangrijk zijn.

tabel 1 Voorbeeld van een planktonlijst van het Uiversnest

table 1 Example of a plankton list of the Uiversnest

Planktonlijst nr	75	geschatte gemiddelde inhoud per individu in $10^3 \mu^3$	aantal geteld per ml water	totale gewicht per soort in $\mu\text{g/l}$
Datum	8-8-1960			
Monsterplaats	Uiversnest 1			
Monstergrootte	10 cm^3 , 1, 10, 100 liter			
Planktonlist nr	75	estimated average volume per specimen in $10^3 \mu^3$	counted number per ml water	total weight per species in $\mu\text{g/l}$
Date	8-8-1960			
Station	Uiversnest 1			
Sample volume	10 cm^3 , 1, 10, 100 liter			
Cryptomonas erosa		0,5	2600	1300
Mougeotia species		20	42	840
Dinobryon divergens		0,316	1900	600
Synura uvella		15	30	450
Peridinium inconspicuum		7	30	210
μ -algen ϕ 3 μ		0,014	6600	92
Orthonauplius van Acanthocyclops vernalis		700	0,046	32
Ceriodaphnia quadrangula		4500	0,006	27
μ -algen ϕ 2 μ		0,004	3300	13
Acanthocyclops vernalis cop.II		2000	0,004	8
Ceriodaphnia quadrangula		6000	0,0011	6,6
Arcella vulgaris		300	0,013	3,9
Chydorus sphaericus juvenile		1000	0,00066	0,66
Acanthocyclops vernalis adult		40000	0,00001	0,4
Acanthocyclops vernalis cop V		20000	0,000016	0,32
Acantholeberis curvirostris		18000	0,000013	0,23
Chydorus sphaericus		5000	0,000036	0,18
Keratella serrulata		500	0,00033	0,17
Acantholeberis curvirostris		6000	0,00001	0,06
Acanthocyclops vernalis cop III		5000	0,0000033	0,017
Totaal plankton in mg/l				3,585
Zooplankton	in mg/l	0,080		
Fytoplankton	in mg/l	3,505		
Bacterien	in mg/l	0,038		

tabel 2 Voorbeeld van een planktonlijst van het Meeuwenven
table 2 *Example of a plankton list of the Meeuwenven*

Planktonlijst nr Datum Monsterplaats Monstergrootte	77 8-8-1960 Meeuwenven 1 10 cm ³ , 1, 10 liter	geschatte gemiddelde inhoud per individue in 10 ³ μ ³	aantal geteld per ml water	totale gewicht per soort in μg/l
Planktonlijst nr Date Station Sample volume	77 8-8-1960 Meeuwenven 1 10 cm ³ , 1, 10 liter	estimated average volume per specimen in 10 ³ μ ³	counted number per ml water	total weight per species in μg/l
Eudiaptomus vulgaris cop IV		70000	0,058	4100
μ-algen φ 3 μ		0,014	140000	2000
Scenedesmus quadricauda		0,3	4900	1500
Scenedesmus bicellularis		0,07	17000	1200
Crucigenia quadrata		0,25	3500	880
μ-algen φ 2 μ		0,004	150000	600
Eudiaptomus vulgaris cop V		200000	0,0026	520
Eudiaptomus vulgaris cop III		50000	0,0036	180
Brachionus quadridentatus		1600	0,079	130
Daphnia longispina		10000	0,0086	86
Eudiaptomus vulgaris adult		250000	0,00033	83
Daphnia longispina		5000	0,016	80
Euglena species		2	33	66
Daphnia pulex		50000	0,0013	65
Orthonauplius		700	0,084	59
Daphnia longispina		18000	0,0023	41
μ-algen φ 1 μ		0,0005	73000	37
Kirchnerella lunaris		0,05	640	32
Peracantha truncata		8000	0,0036	29
cf Tetraedron trigonum		0,03	960	29
Daphnia pulex		60000	0,00033	20
Cyclops strenuus cop III		20000	0,00066	13
Eudiaptomus vulgaris cop II		20000	0,00066	13
Euglena acus		40	0,33	13
Selenastrum minutum		0,05	260	13
Ankistrodesmus falcatus		0,5	20	10
Brachionus angularis		150	0,053	8
Cyclops strenuus cop I		2000	0,003	6
Scenedesmus quadricauda		0,5	10	5
Navicula species		0,4	10	4
Chydorus sphaericus		5000	0,00033	1,7
Chydorus sphaericus juvenile		1000	0,0016	1,6
Metanauplius		1000	0,0016	1,6
Filinia longiseta		300	0,004	1,2
Scapholeberis mucronata		2000	0,00033	0,66
Arcella vulgaris		300	0,0013	0,39
Micrasterias denticulata		1000	0,00033	0,33
Centropyxis aculeata		250	0,00033	0,083
Totaal plankton in mg/l				11,829
Zooplankton	in mg/l	5,440		
Fytoplankton	in mg/l	6,389		
Bacteriën	in mg/l	0,600		

Uit de lijsten valt op te maken, dat enerzijds soorten van zeer kleine afmetingen, maar in groot aantal individuen, en anderzijds soorten van grote afmetingen en in gering aantal individuen kwantitatief belangrijk zijn. Soorten met kleine afmetingen moeten zeer frequent voorkomen om van betekenis te zijn. Deze behoeven dus uitsluitend in de kleine monsters geteld te worden. Voor de grotere organismen is het doortellen van grote monsters noodzakelijk, waarbij gebruik mag worden gemaakt van grofmazige netten. Hierop is dus de door mij gevolgde methodiek gebaseerd; zowel grote als kleine organismen komen tot hun recht, slechts de zeldzame niet. Een bezwaar van de kwantitatieve methode is, dat zij zeer bewerkelijk is: het tellen en opstellen van de planktonlijsten vergt veel tijd.

Het is noodzakelijk dit onderzoek regelmatig en gedurende langere tijd te verrichten om een goed inzicht te verkrijgen in de planktonassociaties en in de jaar- en seizoenfluctuaties van organismen in een bepaald biotoop.

7. Nauwkeurigheid

Op pagina 26 is gesteld dat, om betrouwbare gegevens te verkrijgen, de monsters zo groot dienen te zijn, dat men van een bepaalde soort tenminste 100 individuen aantreft. Men kan zich afvragen of inderdaad altijd aan deze eis is te voldoen en hoe groot de nauwkeurigheid van de methode is. Deze hangt niet alleen af van het aantal getelde organismen, doch onder meer ook van de verdeling der organismen in hun milieu en van de heterogeniteit, dat wil zeggen de zowel kwalitatief als kwantitatief voortdurend wisselende samenstelling van het plankton. 'Zich met een minimum aan arbeid, maar toch met voldoende nauwkeurigheid aan deze heterogeniteit aan te passen, dat wil zeggen elastisch te tellen, is wel het moeilijkste probleem van de kwantitatieve planktonmethodiek' (Utermöhl 1958).

Indien voor de kwantitatief belangrijkste soorten een voldoende groot aantal individuen geteld is, zal de fout, die men maakt bij toepassing van de methode volgens van Heusden, ongeveer 25% bedragen. Lund et al. (1958) geven een fout van 20-30%, indien men 100 exemplaren van elk organisme telt. Om een grotere nauwkeurigheid te bereiken, zou het aantal te nemen monsters dermate groot worden, dat de methode technisch niet meer uitvoerbaar is.

Volgens van Oye (1950) leert de ervaring dat nauwkeuriger cijfers, met al onze tegenwoordig bekende methoden, niet te bereiken zijn. Dit heeft volgens hem tot gevolg dat, wie tracht de exacte cijfers zoveel mogelijk te benaderen, zijn tijd verliest, omdat hij ertoe gebracht wordt omslachtige methoden toe te passen, die tenslotte toch ook slechts bruikbare cijfers geven en niet de exacte.

V

ABIOTISCHE FACTOREN

1. METEOROLOGISCHE GEGEVENS

Volgens het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (K.N.M.I.) te De Bilt was het weer in 1959 in het algemeen warm, droog en zonnig; in 1960 en 1961 in het algemeen zacht, nat en somber.

a. De gemiddelde *temperatuur* overdag was in 1959 1,2°C, in 1960 0,4°C en in 1961 0,6°C boven normaal. In 1960 en 1961 was de temperatuur in de zomerperiode (juni-augustus) echter lager dan normaal.

b. De verschillen in *neerslag* zijn weergegeven in tabel 3.

tabel 3 Neerslag in mm

table 3 *Precipitation in mm*

	Landgemiddelde 1931-1960	Landgemiddelde	Hatert
1959	738	546	± 500
1960	738	941	944
1961	738	933	897

De hoeveelheid neerslag was in 1959 gemiddeld 25% beneden normaal. De grootste procentuele afwijkingen kwamen voor in januari (+74%) en in september (−94%). In 1960 was de hoeveelheid neerslag gemiddeld over het land 30% boven normaal. De grootste procentuele afwijkingen kwamen voor in augustus (+87%) en in april (−46%). Het landelijk gemiddelde van de hoeveelheid neerslag was ook in 1961 hoog, namelijk 26% boven normaal. De grootste procentuele afwijkingen kwamen voor in december (+88%) en in maart (−10%).

De hoeveelheid neerslag in Hatert was in 1961 iets lager dan het landelijk gemiddelde. De jaren 1960 en 1961 waren zeer nat, de natste sinds 110 jaar.

c. In 1959 bedroeg het aantal uren *zonneshijn* 1956 tegen 1586 normaal. De grootste afwijkingen kwamen voor in maart met −9 uren en in september met +84 uren. In 1960 werden slechts 1324 uren zonneshijn geregistreerd. De grootste afwijkingen kwamen voor in juli met −58 uren en in juni met +16 uren. In 1961 scheen de zon gedurende 1469 uren tegen 1570 normaal. Somber waren de maanden april, juli en augustus.

2. FYSISCHE GEGEVENS

A. Watertemperatuur

De figuren 6 en 7 geven de watertemperatuur aan de oppervlakte, gemeten tijdens de monsternamen. De temperatuur van het Uiversnest is het gemiddelde, afkomstig van metingen van twee punten, die van het Meeuwenven van drie punten. Watertemperaturen lager dan 5°C zijn alleen waargenomen op de monsterdata: 17 november en 8 december 1959, 2 februari 1960 en 3 januari 1961. Vorstperioden met een minimum-temperatuur van -5°C tot -10°C kwamen echter voor op:

1,5 t/m 9, 25, 26	november	1959
9 t/m 16	december	1959
9 t/m 17	januari	1960
25 t/m 27	januari	1961
17 t/m 19, 23 t/m 28	december	1961

Er werden alleen monsters genomen bij open of nagenoeg open water. De watertemperatuur bij de bodem werd wel gemeten, doch niet in de grafieken uitgezet. In het Uiversnest is in 75% van de waarnemingen het verschil tussen oppervlakte- en bodemtemperatuur niet groter dan 2°C. In het Meeuwenven is dit het geval in 61% van de waarnemingen. In beide vennen komen bodemtemperaturen lager dan het oppervlaktewater vooral voor in voorjaar en zomer, hogere voornamelijk in de winter. Aangezien het Meeuwenven minder diep is dan het Uiversnest, zijn de temperatuurverschillen tussen bodem en oppervlak er in de winter geringer.

B. Licht

In deze ondiepe vennen kan het licht overal tot op de bodem doordringen, behalve bij sterke ontwikkeling van eencellige Groenwieren in het Meeuwenven. Het Uiversnest is weliswaar belangrijk dieper dan het Meeuwenven, maar het water is er zo helder, dat het licht weinig verstrooid zal worden.

C. Wind

Invloed van de overheersende windrichting is in het Uiversnest waarneembaar aan de ligging van de veenplaten aan de lijzijde en van een afslagoever aan de loefzijde. Toch wordt door de omringende beboste duinen vooral het Uiversnest goed beschermd tegen de wind: zo houdt een ijsbedekking er langer stand dan in het Meeuwenven. In het Meeuwenven is de invloed van de wind groter: de duinen rond het ven zijn minder hoog en het water is minder diep; dikwijls worden grote hoeveelheden bodemmateriaal opgewerveld.

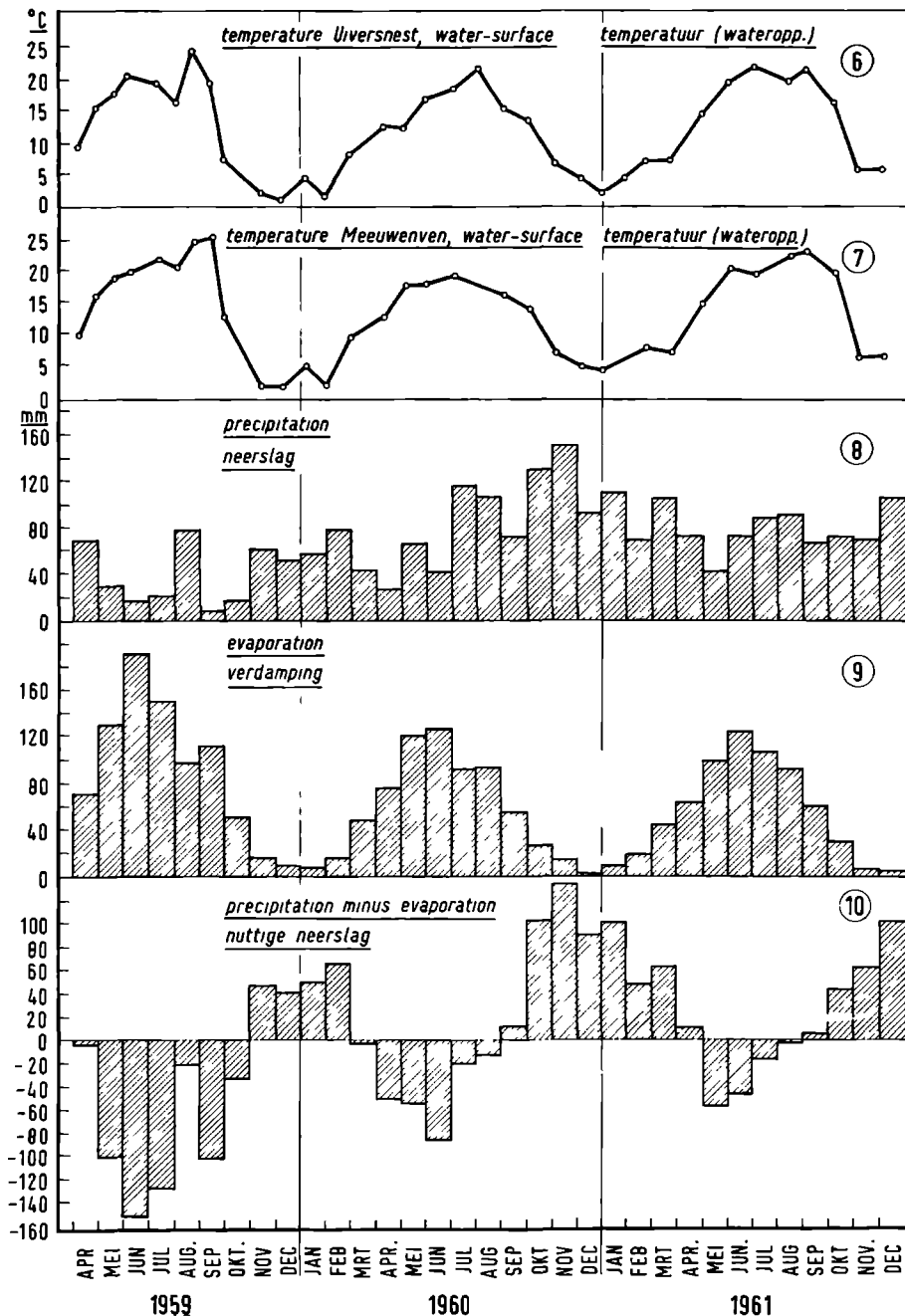


fig.6-10. Oppervlakte watertemperatuur in Uiversnest (fig.6) en Meeuwenven (fig.7), neerslag in Hatert (fig.8), verdamping te Gemert (fig.9) en berekende nuttige neerslag (fig.10)
 Water surface temperature in Uiversnest (fig.6) and Meeuwenven (fig.7), precipitation at Hatert (fig.8), evaporation at Gemert (fig.9), and effective precipitation (fig.10)

D. Neerslag

Zoals reeds vermeld is, krijgen de vennen hun water uitsluitend door neerslag.

De gegevens van de *neerslag* zijn uitgezet in figuur 8. Deze zijn afkomstig van dagelijkse waarnemingen te Hatert ten behoeve van het K.N.M.I. te De Bilt.

Door *verdamping* gaat een deel van de neerslag weer verloren. De gegevens van de verdamping zijn K.N.M.I.-waarden van Gemert, daar deze plaats het dichtst bij het onderzoeksgebied ligt. De maandelijkse verdamping in mm uit een vrij wateroppervlak wordt berekend volgens Penman. Zie hiervoor figuur 9.

De neerslag min de verdamping geeft de *nuttige neerslag* weer, deze is te vinden in figuur 10. Door de nuttige neerslag nu wordt de *waterstand* van de vennen bepaald. In de figuren 11 en 12 is deze af te lezen. Evenals bij de temperatuur zien we de grootste verschillen in 1959. In dat jaar kwam het Meeuwenven praktisch droog te liggen, slechts een enkel punt was nog per boot bereikbaar.

3. CHEMISCHE GEGEVENS

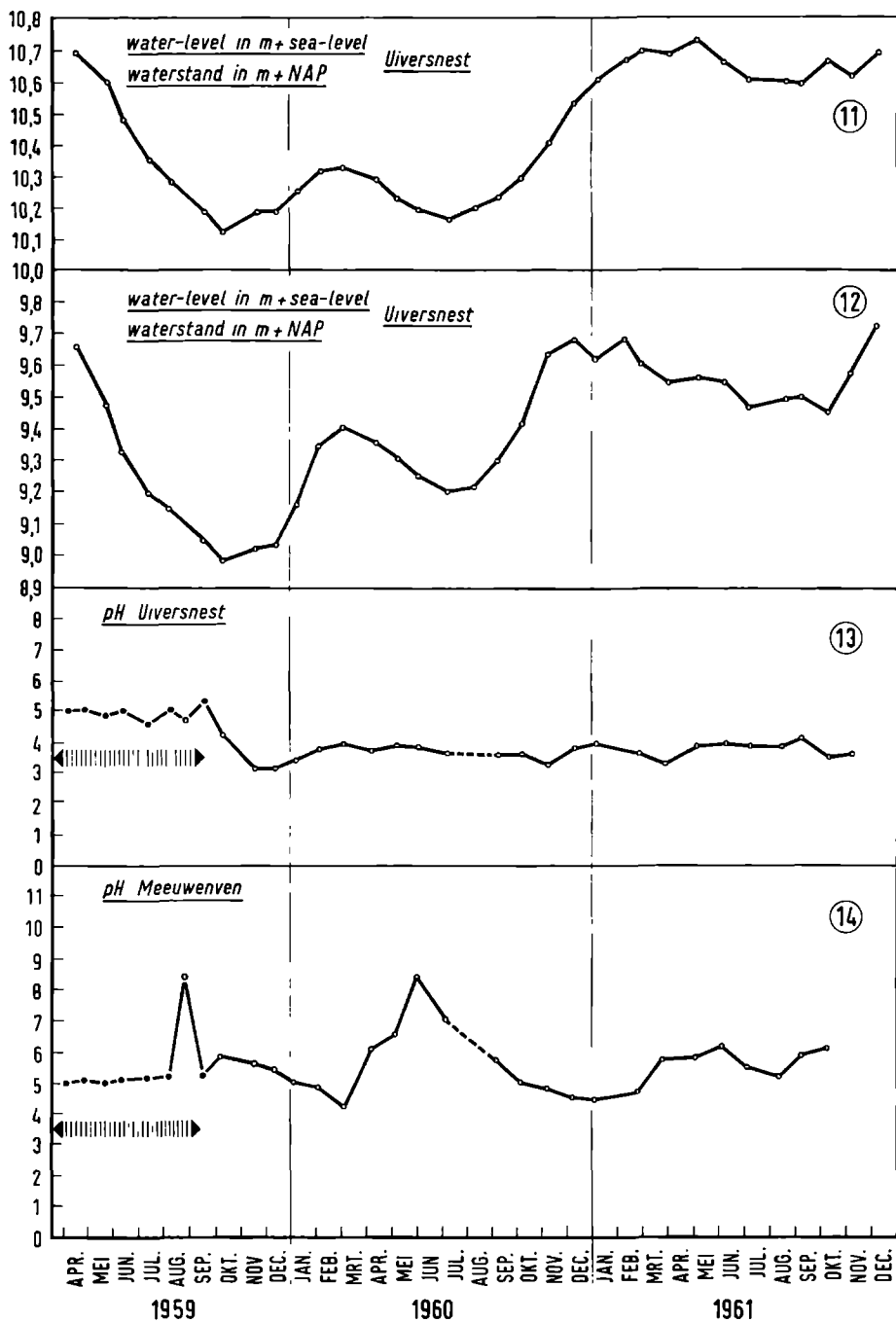
A. Chemische samenstelling van regenwater

Aangezien de vennen hun watertoevoer uitsluitend door neerslag ontvangen, is het van belang na te gaan wat de chemische samenstelling van *regenwater* is. Regenwater is namelijk geen zuiver water, maar bevat in oplossing gassen uit de atmosfeer en luchtverontreinigingen evenals verschillende zouten, afkomstig van stof en zeewater.

Er zijn nagenoeg geen volledige analyses van regenwater. Leeftang (1938) geeft een tabel van gegevens uit de periode van 16-11-1932 tot 22-12-1937 voor zes punten met een afstand van respectievelijk 0,44; 2,28; 3; 5,6; 48 en 86 km van de kust verwijderd. Daar de afstand van de Hatertse Vennen tot de kust ongeveer 120 km bedraagt, zijn de laatste gegevens van de Veluwe voor ons het belangrijkste. Helaas zijn deze echter het minst volledig. Enkele van zijn waarden zijn in tabel 4 weergegeven.

Het KMnO_4 -verbruik geeft aan, dat zich in regenwater een geringe hoeveelheid oxydeerbare stof bevindt, die landinwaarts afneemt. Het chloride-gehalte staat het sterkst onder invloed van de zee en de overheersende windrichting die regen

fig.11-14. Waterstand in m + NAP in Uiversnest (fig.11) en Meeuwenven (fig.12). → pH in Uiversnest (fig.13) en Meeuwenven (fig.14). Van 7-4 t/m 15-9-1959 werd de pH gemeten met pH-papier, met uitzondering van 26-8-1959; de overige metingen zijn gedaan met een Electrofact pH-meter.
Water level in m above sea level in Uiversnest (fig.11) and Meeuwenven (fig.12) pH in Uiversnest (fig.13) and Meeuwenven (fig.14). From 7-4 up to and including 15-9-1959 pH was measured with pH-paper, except on 26-8-1959; all other measurements are made with an Electrofact pH-meter



brengt. In onze omgeving zou het gehalte dan ongeveer 3 mg/l bedragen, hetgeen goed overeenkomt met gegevens van Drischel (1940) voor enkele plaatsen in Duitsland.

Het minimale fosfaat-gehalte van regenwater is volgens Gorham (1955) meestal lager dan 0,001 mg/l.

De pH varieert van 3,5-7,7 en is gewoonlijk 4,0-5,0, zoals Conway (1942) aangeeft, hetgeen duidt op een laag bicarbonaat-gehalte.

Het gehalte aan stikstofverbindingen is zeer gering. Drischel geeft als gemiddelde waarde voor N-NH_3 in gematigde streken 0,64 mg/l = 0,68 mg/l NH_4^+ ; het gemiddelde N-NO_3 -gehalte is 0,196 mg/l = 0,319 mg/l NO_3^- . Regenwater is bovendien rijk aan zuurstof.

tabel 4 Gemiddelde chemische samenstelling van de neerslag in mg/l

table 4 *Average chemical composition of precipitation in ppm at different distances from the coast*

Afstand van de kust in km	0,44	3	48	86
KMnO_4 -verbruik	6,5	5,5	5,7	
Cl^-	16,2	7,5	4,0	3,2
HNO_2	0,013	0,007	0,015	
HNO_3	0,3	0,2	0,1	
H_2SO_4	5,6	4,3	4,6	4,4
HCO_3^-	3,7	2,6	2,6	
NH_4^+	0,31	0,31	0,55	
Ca^{++}	2,5	1,7	1,7	1,7
Mg^{++}	1,7	1,2	1,0	0,8
Totale hardheid D°	0,7	0,5	0,5	0,4

B. Chemische samenstelling van het water in het Uiversnest en Meeuwenven

Zowel de uitkomsten van de bepalingen op de beide monsterpunten in het Uiversnest als de drie monsterpunten van het Meeuwenven zijn gemiddeld, daar er geen duidelijke verschillen tussen de punten binnen één ven geconstateerd werden.

1. *Waterstofionenconcentratie* = pH als maatstaf voor de zuurgraad van het water.

Zie figuren 13 en 14.

De metingen in de vennen werden aanvankelijk (van 7-4 tot en met 15-9-1959) verricht met pH-papier (Firma Merck); zie aanduiding in grafiek. Nadien werd gebruik gemaakt van een pH-meter (merk: Electrofact). Met pH-papier werden in het algemeen iets hogere waarden verkregen. De pH-meter wordt verondersteld een nauwkeurigheid van 0,1 te bezitten; bij pH 3 is deze kleiner.

In het algemeen waren de afwijkingen tussen de twee waarnemingspunten in het Uiversnest niet zo groot als die tussen de drie punten van het Meeuwenven. In het

Uiversnest bedroeg het verschil bij 95% van de waarnemingen niet meer dan 0,3 pH-eenheden, in het Meeuwenven was dit bij 90% het geval. De grafieken geven de gemiddelde waarde van de monsterpunten per ven aan.

De metingen, verricht met pH-papier, leverden in het Uiversnest waarden van 4,6 tot 5,3 op; de waarden verkregen met de Electrofact pH-meter lagen tussen 3,3 en 4,4, waarbij waarde 4,4 slechts eenmaal gemeten werd en de gemiddelde waarde 3,7 bedroeg. Het Uiversnest is dus een sterk zuur milieu.

In het Meeuwenven daarentegen zijn de schommelingen aanzienlijk groter. Met pH-papier lagen de waarden tussen 5,0 tot 5,2 met één uitzondering van 8,6 op 26-8-1959, welke waarde met de Electrofact pH-meter verkregen werd. Nadien varieerde de pH van 4,2 tot 8,4, waarbij de hoge waarde van 8,4 wederom slechts eenmaal voorkwam op 31-5-1960; de gemiddelde waarde bedroeg 5,6.

Volgens van Oye (1950) varieert de pH van een water, dat in biologisch evenwicht verkeert, per jaar nooit meer dan 1 eenheid. Dit is in het Uiversnest inderdaad het geval, indien men de waarden, gemeten met pH-papier, buiten beschouwing laat. In het Uiversnest kan de lage pH in stand gehouden worden door de uitwisseling van kationen door het *Sphagnum*, dat de bodem bedekt en door het *Sphagnum* van de veenplaten.

Het water van het Meeuwenven vertoont een zuurgraad, welke duidelijk afwijkt van die van regenwater. De oorzaak moet zijn, dat het water ontvangt van de toevoersloot en onder vervuilende invloed van de meeuwen staat. Dit laatste is vooral in 1960 merkbaar aan de stijging van de pH in de periode, dat het aantal meeuwen steeds groter wordt, namelijk in april-juli. De pH-verhoging is waarschijnlijk ook te wijten aan een verhoging van de hoeveelheid opgewerkte bodemdeeltjes. Ondanks de grote schommelingen in pH is in het Meeuwenven een duidelijke tendens waar te nemen om de oorspronkelijke zure toestand in de winter te herstellen: de pH daalt dan tot een minimum van $\pm 4,8$.

2. Kleur

In perioden waarin weinig fytoplankton aanwezig is, heeft het water van het Meeuwenven nog een duidelijke lichtgele kleur; sterke ontwikkeling van eencellige Groenwieren kleurt het water groen en veroorzaakt een troebeling. Een troebeling treedt ook op bij lage waterstand en sterke wind wanneer detritusdeeltjes van de bodem opgewerkeld worden.

3. $KMnO_4$ -verbruik als indicator voor de hoeveelheid oxydeerbare stof

Het kaliumpermanganaat-verbruik is geen absolute maat voor de organische stof. Men meet de hoeveelheid zuurstof, die onder bepaalde omstandigheden nodig is voor de oxydatie van de in het water aanwezige stoffen. Hiermee verkrijgt men dus een relatieve waarde. De bepaling werd verricht volgens de methode van Kubel met ongefiltreerd water, waarin dus ook plankton en detritus aanwezig was.

Het grote verschil in organische stof-gehalte tussen Uiversnest en Meeuwenven komt in de figuren 15 en 16 duidelijk naar voren. In het Uiversnest is het KMnO_4 -verbruik laag, het schommelt tussen 2 en 20,5 mg/l, gemiddeld 13,5 mg/l. Leeftang (1938) vond voor regenwater een verbruik van rond 6 mg/l. Volgens Höll (1960) verbruikt niet verontreinigd oppervlaktewater meestal 10-30 mg/l KMnO_4 , oligotrofe meren slechts 2-10 mg/l.

Het KMnO_4 -verbruik van het Meeuwenven is bijzonder hoog; het varieert van 46 tot 202 mg/l met een gemiddelde van 107 mg/l. Er is een duidelijke toename in de zomer en afname in de winter, vooral in 1959, toen door het bijna droogvallen van het ven de concentratie aan organische stof en invloed van bodemmateriaal het grootst was. De toppen op 28-2 en 2-3-1961 kunnen verklaard worden door opwoelen door sterke wind, waardoor veel bodemmateriaal meebepaald werd. In het Meeuwenven is het hoge KMnO_4 -verbruik vooral toe te schrijven aan de bemesting door meeuwen, waardoor ook de plankton-ontwikkeling toeneemt, en aan de opwerveling van bodemdeeltjes.

4. Chloride

Chloride werd bepaald volgens de methode van Votoček, die speciaal geschikt is bij aanwezigheid van geringe concentraties chloride.

De hoeveelheid varieert in het Uiversnest van 8-15 mg/l Cl' (zie figuur 17). Met regenwater wordt ongeveer 3 mg/l Cl' aangevoerd; zoet, niet verontreinigd grondwater bevat 10-30 mg/l Cl' (Höll 1960). Het chloride-gehalte van het Uiversnest is dus bijzonder laag en vertoont geringe schommelingen.

In het Meeuwenven ligt het chloride-gehalte tussen 15 en 46 mg/l Cl' (figuur 18). De hoogste waarden werden gevonden in de zomer en herfst van 1959 ten gevolge van het uitdrogen van het ven door de sterke verdamping en geringe neerslag; in 1960 en 1961 zijn de maxima veel geringer. Het chloride-gehalte ligt steeds boven de maximale waarde van die van het Uiversnest.

5. Ammonium

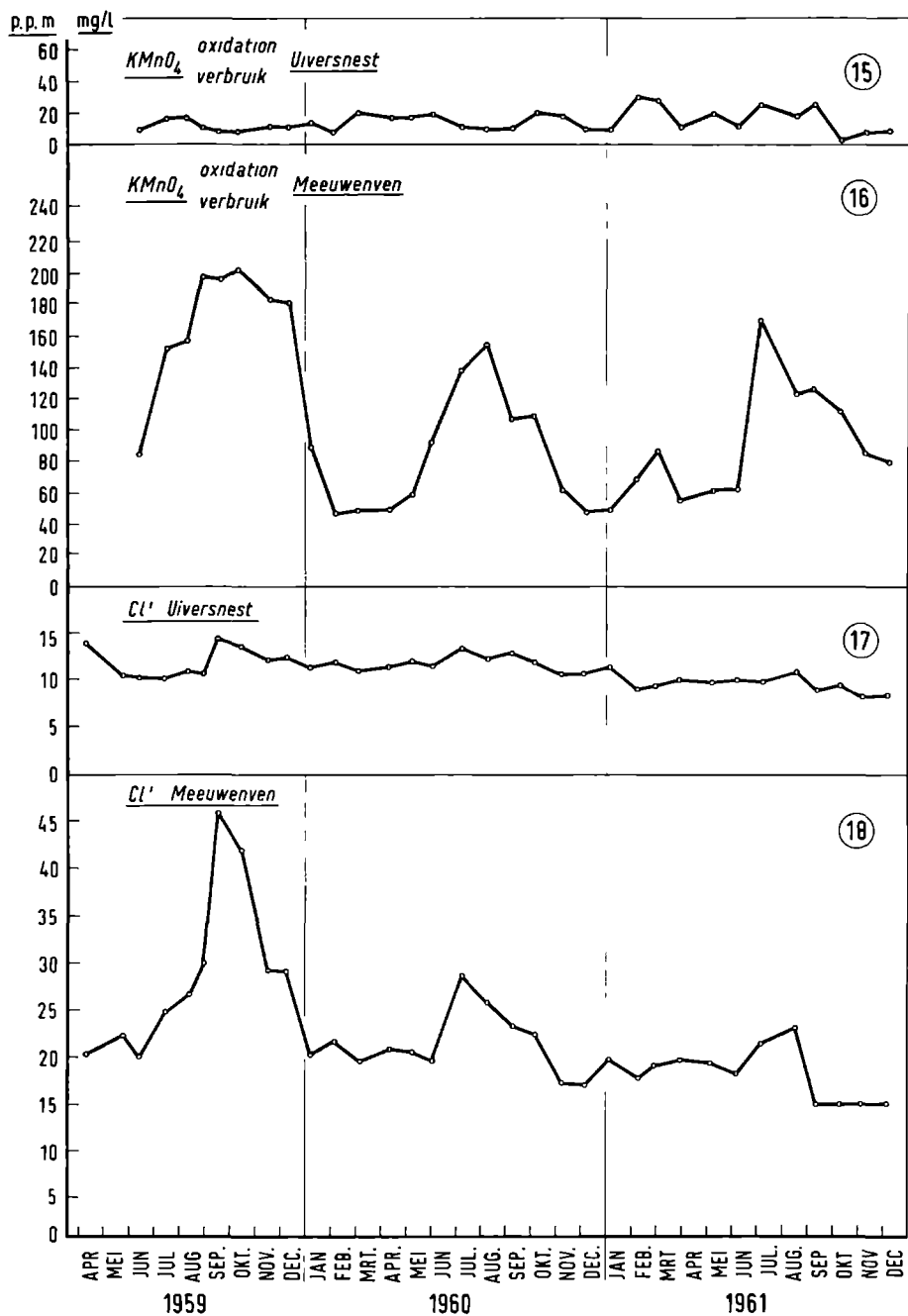
Ammonium is colorimetrisch bepaald met Nessler's reagens en wel rechtstreeks in ongefiltreerd water. Uitsluitend de bepalingen vanaf augustus 1961 zijn verricht na destillatie, zodat hier geen storende invloed van plankton en eigen kleur van het water aanwezig was.

In het Uiversnest was NH_4^+ slechts een enkele maal aantoonbaar; de gegevens daarvan zijn niet verwerkt in een grafiek, doch in tabel 5 weergegeven.

fig.15-18. Kaliumpermanganaat-verbruik van ongefiltreerd water in Uiversnest (fig.15) en Meeuwenven (fig.16)

Chloride in mg/l in Uiversnest (fig.17) en Meeuwenven (fig.18)

KMnO_4 -oxidation of unfiltered water in ppm in Uiversnest (fig.15) and Meeuwenven (fig.16). Chloride content in ppm in Uiversnest (fig.17) and Meeuwenven (fig.18)



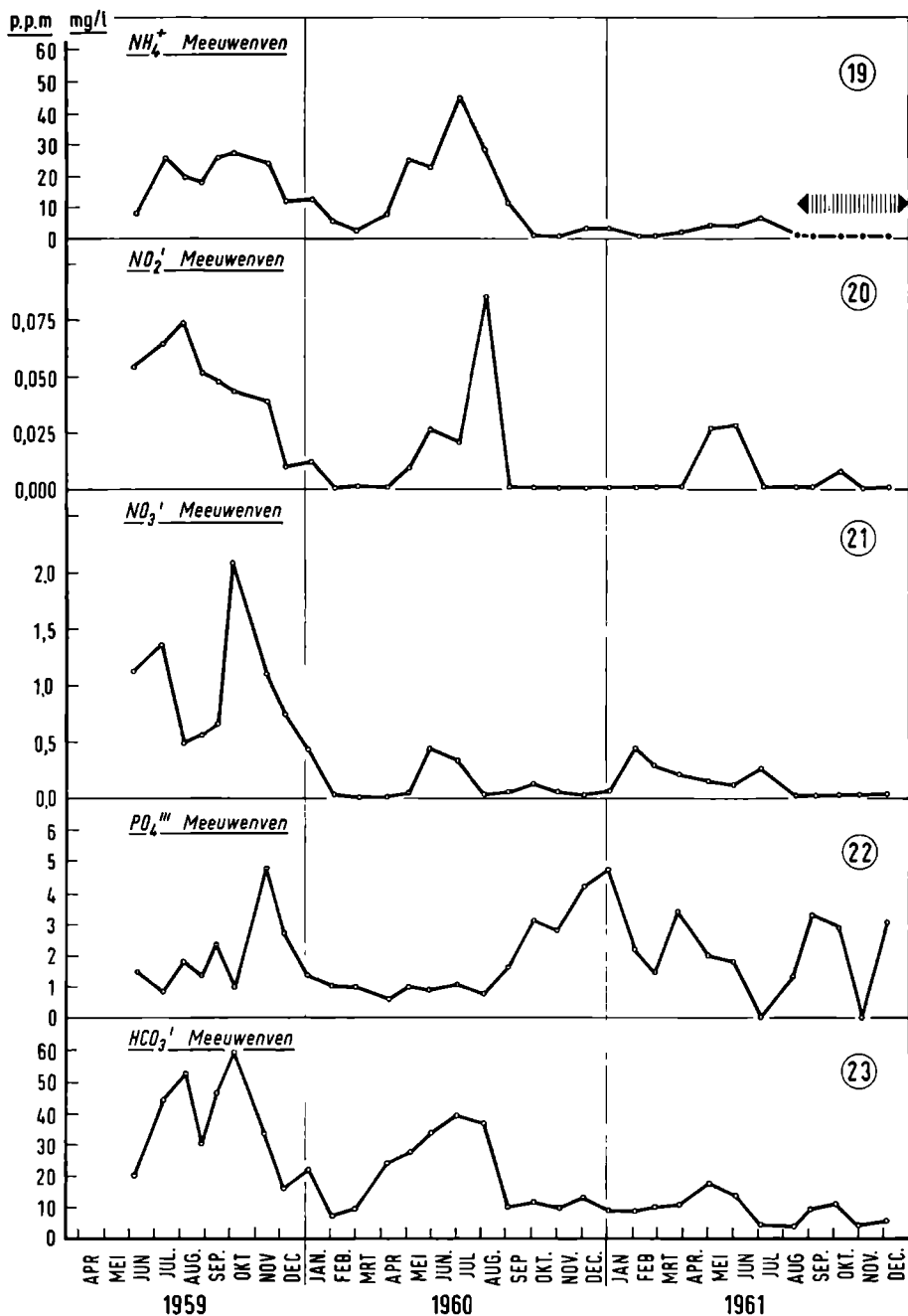
tabel 5 Ammonium-gehalte in mg/l van het Uiversnest
table 5 Ammonia content in ppm in the Uiversnest

Datum	mg/l NH_4^+
4- 8-1959	0,6
26- 8-1959	1,25
8-12-1959	0,9
6- 1-1960	0,8
2- 2-1960	0,8
1- 3-1960	0,8
6-12-1960	0,15
8- 2-1961	0,4
28- 2-1961	0,21
2- 5-1961	0,6
6- 6-1961	0,5

De waarden variëren van 0-1,25 mg/l NH_4^+ het gemiddelde bedraagt 0,22 mg/l., Door Drischel (1940) wordt voor regenwater een gehalte van 0,64 mg/l $\text{N-NH}_3 = 0,68 \text{ mg/l } \text{NH}_4^+$ opgegeven. Ammonium is in het Uiversnest dus waarschijnlijk vooral afkomstig van regenwater. Mogelijke andere bronnen zijn, dat het gevormd wordt als eindproduct van bacteriële afbraak van organische stof en als excretieproduct van Evertrebraten (Hutchinson 1957).

Het ammonium-gehalte van het Meeuwenven is uitgezet in figuur 19. De waarden variëren tussen een spoor en 45 mg/l NH_4^+ . In juli 1960 werd de hoogste waarde bereikt, de invloed van de meeuwen was toen maximaal; een duidelijke afname is waarneembaar in de winter. In 1961 werd in het geheel geen hogere waarde dan 6,4 mg/l gevonden, met een gemiddelde waarde van 2,7 mg/l NH_4^+ . Dit houdt waarschijnlijk verband met de grote verdunning ten gevolge van de hoge waterstand in 1961.

fig 19-23. Ammonium-gehalte van ongefiltreerd water in mg/l van het Meeuwenven (fig.19)
Vanaf augustus 1961 bepaald na destillatie
Nitrietgehalte in mg/l in het Meeuwenven (fig.20)
Nitraatgehalte in mg/l in het Meeuwenven (fig.21)
Opgelost anorganisch fosfor = orthofosfaat-gehalte van ongefiltreerd water van het Meeuwenven (fig.22)
Hydrocarbonaat-gehalte in mg/l in het Meeuwenven (fig.23)
Ammonia content of unfiltered water in ppm of Meeuwenven (Fig.19). From august 1961 determined after destillation.
Nitrite content in ppm in the Meeuwenven (fig 20)
Nitrate content in ppm in the Meeuwenven (fig.21)
Dissolved anorganic phosphorus = ortho-phosphate content of unfiltered water of the Meeuwenven (fig.22)
Hydrocarbonate content in ppm in the Meeuwenven (fig.23)



In niet verontreinigd oppervlaktewater bedraagt het ammonium-gehalte tot 0,1 mg/l, in veenwater kan het tot 1 mg/l of meer toenemen. In verontreinigd water is het NH_4^+ -gehalte 0,1-10 mg/l, meestal 1-3 mg/l, waarbij snelle omzettingen in nitriet en nitraat voorkomen (Höll 1960). Deze omzettingen zijn in zuur water echter sterk geremd. Het hoge ammonium-gehalte van het Meeuwenven is te verklaren door de verontreinigende invloed van de meeuwen en toevoer van vuil water uit de toevoersloot. Door het plankton en de eigen kleur van het water zijn de verkregen cijfers aan de hoge kant. Dit is duidelijk te zien aan de lage waarden, gevonden vanaf augustus 1961 in monsters waaruit de storende elementen verwijderd waren door destillatie.

6. Nitriet

De nitriet-bepaling is uitgevoerd volgens de methode van Griess. Het Uiversnest bevatte in het algemeen geen aantoonbare hoeveelheid nitriet, alleen op 6-6-1961 werd 0,05 mg/l NO_2' gevonden. Het nitriet-gehalte van het Meeuwenven bevatte hoeveelheden, welke varieerden van een spoor tot 0,09 mg/l NO_2' (zie figuur 20). De maximale waarden werden gevonden in 1959 en in de zomer van 1960. In niet verontreinigd oppervlaktewater komen geen aantoonbare hoeveelheden, dat wil zeggen minder dan 0,01 mg/l, nitriet voor; in veenwater 0,1-1,0 mg/l; in regenwater soms tot 0,3 mg/l en in verontreinigd water 0,1-2 mg/l, meestal 0,1-0,5 mg/l volgens Höll (1960). Hoge nitriet-gehalten zijn in zuur water niet te verwachten, daar omzetting van NH_4^+ in NO_2' daar geremd is.

7. Nitraat

NO_3' werd colorimetrisch bepaald nadat 100 cm³ ongefiltreerd water ingedampd was volgens de methode van Kuisel; hierbij ontstaat soms een neerslag, dat storend kan zijn bij de bepaling.

In het Uiversnest werd in het algemeen geen nitraat aangetoond. Tabel 6 geeft de gevonden waarden weer.

tabel 6 Nitraat-gehalte in mg/l van het Uiversnest
table 6 Nitrate content in ppm in the Uiversnest

Datum	mg/l NO_3'
8- 2-1961	0,20
28- 2-1961	0,14
2- 5-1961	0,10
6- 6-1961	0,26
4- 7-1961	0,33

Wanneer NO_3' aantoonbaar is, worden lage waarden van NH_4^+ gevonden, zodat enige nitrificatie plaatsheeft.

Voor het Meeuwenven zijn de gegevens verwerkt in figuur 21. De hoeveelheid

NO_3^- wisselde van een spoor tot 2,1 mg/l Evenals voor het NO_2^- -gehalte waren de waarden in 1959 het hoogst, in 1960 en 1961 was er niet meer dan 0,5 mg/l NO_3^- aanwezig

Holl geeft aan, dat in zuiver water gewoonlijk 1-5 mg/l NO_3^- voorkomt, in verontreinigd water gewoonlijk 50-150 mg/l NO_3^- In beide vennen is dus het nitraat-gehalte zeer laag

8 Fosfaat

De fosfaat-bepaling berust op de methode van Atkins en Deniges Hierbij wordt het gehalte aan opgelost anorganisch fosfor = orthofosfaat ($\text{PO}_4^{'''}$) bepaald na toevoeging van ammoniummolybdaat en H_2SO_4 , SnCl_2 in $\text{HCl} + \text{Sn}$, er wordt 15 minuten gewacht alvorens de kleur colorimetrisch te bepalen De wachttijd is bij verschillende auteurs uiteenlopend van 5-25 minuten volgens opgaven van Olsen (1967) De monsters water werden niet gefiltreerd, zodat de gevonden waarden niet exact zijn

In het Uiversnest werd in 1959 in het geheel geen $\text{PO}_4^{'''}$ aangetoond. De gevonden waarden voor 1960 en 1961 zijn niet in een grafiek uitgezet, maar weergegeven in tabel 7

tabel 7 Fosfaat-gehalte in mg/l van het Uiversnest
tabel 7 *Phosphorus content in ppm in the Uiversnest*

Datum	mg/l $\text{PO}_4^{'''}$
6 1-1960	$\pm 0,03$
2- 2-1960	$\pm 0,05$
1- 3-1960	$\pm 0,10$
12- 4-1960	spoor
3- 5 1960	$\pm 0,05$
5- 7-1960	$\pm 0,08$
8- 2-1961	0,19
2- 5-1961	0,09
6- 6-1961	0,12
1- 8-1961	0,02
6 12 1961	0,03

Het fosfaat-gehalte varieert dus van 0 tot 0,2 mg/l.

De gegevens van het Meeuwenven zijn verwerkt in figuur 22 De waarden variëren van een spoor tot 4,80 mg/l $\text{PO}_4^{'''}$ In 1959 wisselde het fosfaat-gehalte in de zomer van 0,8 tot 2,4 mg/l, terwijl het in november 4,8 mg/l bedroeg Deze hoge waarde is waarschijnlijk te wijten aan opgewerveld bodemmateriaal tijdens de zeer lage waterstand In 1960 schommelde de hoeveelheid fosfaat rond 1 mg/l, in het najaar liepen de waarden wederom op tot 3 à 4 mg/l

In de zomer wordt veel fosfaat verbruikt door het fytoplankton, in de winter is dit veel minder In 1961 is op 28-2 een duidelijk minimum te constateren bij een

maximum aan plankton. Aanvoer van fosfaat met neerslag is gering. Volgens Holl (1960) komt in zuiver water minder dan 0,1 meestal minder dan 0,03 mg/l PO_4''' , in veenwater 0,1-1 mg/l PO_4''' voor en in verontreinigd water veelal 1-2 mg/l PO_4''' , waarbij grote schommelingen kunnen optreden.

Olsen (1964) geeft aan, dat de bodemsedimenten als fosfaatreservoirs werken, waaruit fosfaat afgegeven of waarin fosfaat opgeslagen wordt als het evenwicht wordt verstoord. Hoewel wij dus in het water dikwijls zodanig kleine fosfaat-hoeveelheden aantreffen, dat zij nauwelijks te bepalen zijn, mogen wij dus hieruit alleen niet concluderen, dat fosfaat een beperkende factor in de oecologie van meren is.

9. Hydrocarbonaat

Het HCO_3' -gehalte werd bepaald door titratie met 0,1 n HCl. In het Uiversnest bedroeg dit in het algemeen minder dan 1 mg/l, slechts een enkele maal werd HCO_3' aangetoond, zoals uit tabel 8 volgt.

tabel 8 Hydrocarbonaat-gehalte in mg/l van het Uiversnest

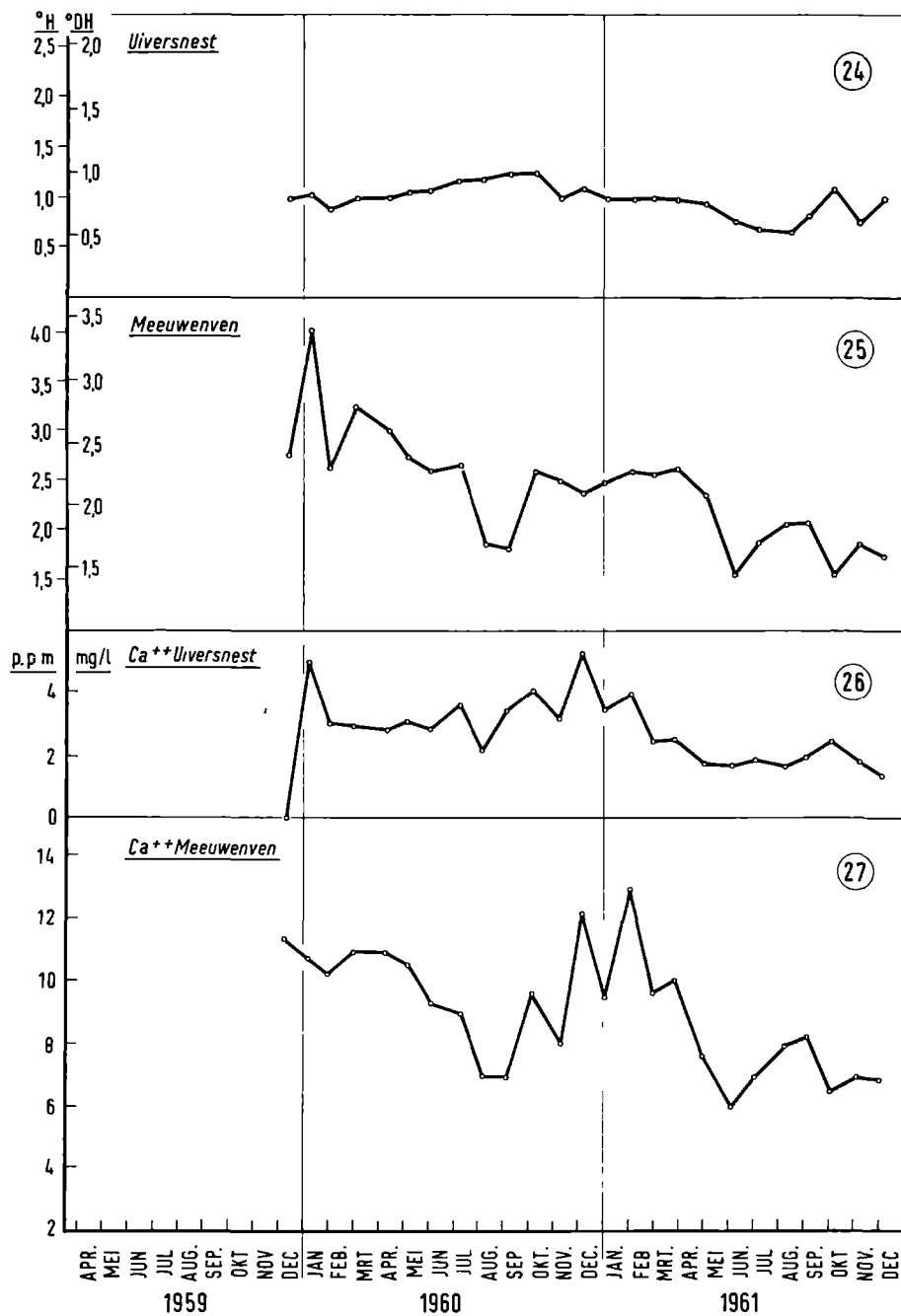
table 8 Hydrocarbonate content in ppm in the Uiversnest

Datum	mg/l HCO_3'
1- 3-1960	8,59
6-12-1960	3,66
3- 1-1961	2,40
2- 5-1961	12,35
6 -6-1961	3,00

Bij een pH 4 is ongeveer 100% $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$ aanwezig en praktisch geen HCO_3' . In regenwater bevindt zich circa 2,6 mg/l HCO_3' ; alleen de waarden 8,59 en 12,35 zijn dus aan de hoge kant. Hiervoor is geen verklaring te geven.

De gegevens van het Meeuwenven zijn uitgezet in figuur 23. De waarden variëren van 3 tot 60 mg/l HCO_3' . Hier komt een gemiddelde pH van 5-6 voor, waarbij de verhouding $\text{CO}_2 : \text{H}_2\text{CO}_3 = 95 : 5$ bij pH 5 en $75 : 25$ bij pH 6. In 1959 is geen duidelijke correlatie gevonden tussen pH en HCO_3' -gehalte, in 1960 en 1961 lopen de lijnen vrijwel parallel. In de zomer van 1959 en 1960 werden maximale waarden gevonden. Door de eigen kleur van het water kunnen de gevonden waarden aan de hoge kant zijn. Opvallend is namelijk, dat in 1961 bij hoge waterstand de schommelingen minder groot zijn en de waarden slechts rond 10 mg/l HCO_3' liggen.

fig 24-27. Totale hardheid in Duitse hardheidsgraden in Uiversnest (fig 24) en Meeuwenven →
(fig 25). Calcium-gehalte in mg/l in Uiversnest (fig 26) en Meeuwenven (fig 27)
Total hardness in English degrees of hardness in Uiversnest (fig.24) and Meeuwenven
(fig 25) Calcium content in ppm in Uiversnest (fig 26) and Meeuwenven (fig 27)



10 Totale hardheid

De hardheid van een water wordt bepaald door zijn gehalte aan kalk- en magnesiumzouten. De hardheid is bepaald door titratie met $\text{Na}_2 \text{EDTA}$ (dinatriumzout van ethyleen-diamine tetra-azijnzuur). De totale hardheid wordt weergegeven in Duitse hardheidsgraden: $^\circ\text{DH}$. $1^\circ\text{DH} = 10 \text{ mg/l CaO} = 7,14 \text{ mg/l Ca}^{++}$ (1 Engelse $^\circ\text{H} = 0,8^\circ\text{DH}$). De gegevens zijn uitgezet in de figuren 24 en 25. In het Uiversnest varieert de totale hardheid van 0,5 tot 1°DH , in het Meeuwenven van 1,45 tot $3,40^\circ\text{DH}$. Water met een totale hardheid van $0-4^\circ\text{DH}$ wordt als zeer zacht beschouwd. Regenwater heeft een hardheid van ongeveer $0,5^\circ\text{DH}$.

11. Calcium

Het calcium-gehalte van het water wordt evenals de totale hardheid titrimetrisch bepaald met $\text{Na}_2 \text{EDTA}$. De gevonden waarden zijn uitgezet in de figuren 26 en 27. Het Ca^{++} -gehalte van het Uiversnest ligt tussen 0 en $5,3 \text{ mg/l Ca}^{++}$, de meeste waarden liggen tussen 2 en 4 mg/l .

In het Meeuwenven zijn waarden gevonden tussen 6 en 13 mg/l Ca^{++} . Evenals bij de totale hardheid zijn de schommelingen in het Meeuwenven dus groter en liggen de waarden ook hier steeds hoger dan in het Uiversnest. Regenwater heeft een calcium-gehalte van $1,7 \text{ mg/l}$, hetgeen tamelijk goed overeenkomt met de gevonden waarden van het Uiversnest. In het Meeuwenven kan door de besproken oorzaken van vervuiling calcium in het water terechtkomen.

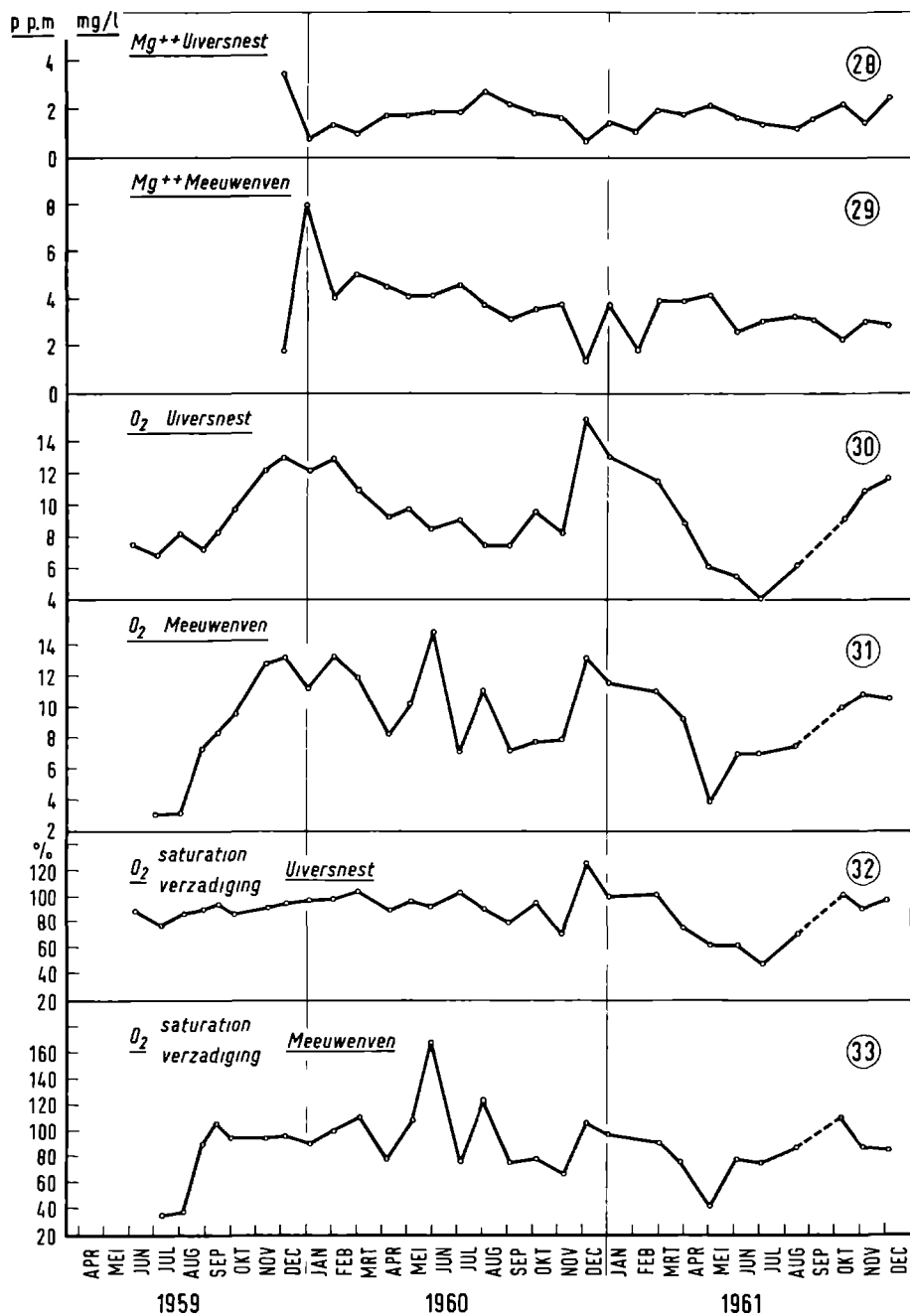
12. Magnesium

Het magnesium-gehalte wordt berekend uit het verschil in aantal ml verbruikt $\text{Na}_2 \text{EDTA}$ bij de bepalingen van de totale hardheid en de calcium-bepaling. Deze waarden zijn weergegeven in de figuren 28 en 29. Voor het Uiversnest liggen deze tussen 0,5 en $3,5 \text{ mg/l}$, gemiddeld $1,7 \text{ mg/l Mg}^{++}$. In het Meeuwenven werden gehalten van $1,9-8 \text{ mg/l}$, gemiddeld $3,6 \text{ mg/l Mg}^{++}$ gevonden.

13 Zuurstof

Het zuurstofgehalte werd bepaald met de Winkler-methode. In het Uiversnest worden waarden gevonden van 3,9 tot $15,5 \text{ mg/l O}_2$; zie figuur 30. In het Meeuwenven liggen de waarden tussen 2,9 en $15,0 \text{ mg/l}$; zie hiervoor figuur 31.

fig.28-33. Magnesium-gehalte in mg/l in Uiversnest (fig.28) en Meeuwenven (fig.29) →
Zuurstof-gehalte in mg/l in Uiversnest (fig.30) en Meeuwenven (fig.31)
Zuurstofverzadigingspercentage in Uiversnest (fig.32) en Meeuwenven (fig.33)
Magnesium content in ppm in Uiversnest (fig 28) and Meeuwenven (fig 29)
Oxygen content in ppm in Uiversnest (fig.30) and Meeuwenven (fig.31)
Oxygen saturation rate in % in Uiversnest (fig.32) and Meeuwenven (fig.33)



Aangezien de hoeveelheid O_2 , welke in water oplosbaar is, afhankelijk is van de temperatuur, zijn de gegevens bovendien verwerkt in grafieken, die het zuurstof-verzadigingspercentage weergeven (figuren 32 en 33). De grafieken zijn op enkele punten gestippeld, daar op de betreffende data de temperatuur niet kon worden opgenomen.

In het algemeen levert het water voldoende O_2 voor de instandhouding van het leven van O_2 -behoevende organismen; in het Uiversnest werd slechts eenmaal een waarde van $3,9 \text{ mg/l } O_2 = 46\% \text{ } O_2\text{-verzadiging}$ gevonden. Het zuurstofverzadigingspercentage varieert in het Uiversnest van 46% tot 125%; in 1959 en 1960 schommelden de waarden in het algemeen tussen 80 en 100%, slechts in november en december kwamen grotere variaties voor, evenals in 1961. In voedselarm water met geringe kleur zijn volgens Hutchinson (1957) O_2 -verzadigingspercentages te verwachten, die dicht bij 100% verzadiging liggen; geringe oververzadiging treedt alleen op wanneer de metingen bij maximale dagtemperatuur worden verricht.

In het Meeuwenven bevatte het water in juli en begin augustus 1959 slechts $3 \text{ mg/l } O_2 (= 34\% \text{ } O_2\text{-verzadiging})$, terwijl op het monsterpunt M_1 slechts $1 \text{ mg/l } O_2 (= 13\% \text{ } O_2\text{-verzadiging})$ kon worden aangetoond. De O_2 -gehalten in het ven waren laag; eind augustus was de toestand opmerkelijk verbeterd, ofschoon de waterstand zijn laagste peil nog niet bereikt had. Op het diepste monsterpunt M_3 was het O_2 -gehalte aanzienlijk hoger: $9 \text{ mg/l } O_2 (113\%)$ ten opzichte van $7 \text{ mg/l } O_2 (89\%)$ op M_1 en M_2 . Op 5-7-1960 was het O_2 -gehalte op M_1 duidelijk lager dan op de overige punten, namelijk $3 \text{ mg/l } O_2 = 34\%$ ten opzichte van $7 \text{ mg/l } O_2 = 76\%$. Op 2-5-1961 bedroeg het O_2 -gehalte overal slechts $4 \text{ mg/l} = 40\%$ verzadiging. Er waren op dat tijdstip veel meeuwen aanwezig, waarvan de invloed dus duidelijk merkbaar was: de bacteriologische oxydatie van ingebrachte organische stoffen had een groot O_2 -verbruik tot gevolg.

In het Meeuwenven komen grotere variaties in het zuurstofverzadigingspercentage voor, hetgeen in dit ven met zijn wisselend karakter verwacht mag worden. De lage waarden beneden een O_2 -verzadigingspercentage van 60 werden reeds besproken. Dat er vaker oververzadiging optreedt, hangt samen met een grotere hoeveelheid fytoplankton, waardoor het water soms sterk groen gekleurd is (bijvoorbeeld op 31-5-1960 verzadigingspercentage 166). In het algemeen liggen de waarden tussen 65 en 115% O_2 -verzadiging.

14. Vergelijking van de chemische samenstelling van het water van het Uiversnest en Meeuwenven met die van oligotroof en guantroof water

De chemische samenstelling van het water van het Uiversnest en Meeuwenven is in tabel 9 samengevat.

Teneinde de chemische gegevens van de onderzochte vennen te vergelijken met die van andere auteurs, zijn in tabel 10 getallen uit vergelijkbare milieus bijeengebracht. Deze zijn ontleend aan Redeke (1948) (de nummers 1 en 3 t/m 8)

tabel 9 Chemische samenstelling in mg/l van het water van beide vennen

table 9 *Chemical composition in ppm of the water of both pools*

mg/l	Uiversnest			Meeuwenven		
	min	max.	gem.	min.	max.	gem.
pH	3,3	4,4	3,7	4,2	8,4	5,6
KMnO ₄ -verbruik	2	29,5	13,5	46	202	107
Chloride Cl ⁻	8	15	11	15	46	23
Ammonium NH ₄ ⁺	0	1,25	0,22	spoor	45	10,7
Nitriet NO ₂ ⁻	0	0,05	<0,01	spoor	0,09	0,02
Nitraat NO ₃ ⁻	0	0,33	0,032	spoor	2,1	0,37
Fosfaat PO ₄ ^{'''}	0	0,19	0,024	spoor	4,80	1,90
Hydrocarbonaat HCO ₃ ⁻	0	12,35	0,94	3	60	17
Totale hardheid °DH	0,5	1	0,8	1,45	3,40	2,1
Calcium Ca ⁺⁺	0	5,3	2,7	6	13	9
Magnesium Mg ⁺⁺	0,5	3,5	1,7	1,9	8	3,6
Zuurstof O ₂	4	15,6	9,4	2,8	14,7	9,4
Zuurstofverz %	46	125	80-100	13	166	65-115

tabel 10 Chemische samenstelling in mg/l van oligotroof water

table 10 *Chemical composition in ppm of oligotrophic water*

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Datum	30- 4 1930	30- 9 1950	30- 4 1930	9- 4 1932	3- 11 1919	9- 4 1920	3- 11 1919	9- 4 1920
pH	6,5	4,0	6,4	6,8	± 4,5	± 4,5	± 5,5	-
KMnO ₄ -verbruik	16,4	20	115,7	138,1	-	-	-	-
Chloride Cl ⁻	16,6	13	12,3	9,2	8,2	8,7	18,9	9,0
Ammonium NH ₄ ⁺	0,38	-	0,33	0,08	0,06	0,02	spoor	0
Nitriet NO ₂ ⁻	0	-	0	0	0	0	0	0
Nitraat NO ₃ ⁻	0	0,1	0	spoor	0	0	0	0
Fosfaat PO ₄ ^{'''}	0	0,167	0	spoor	0	0	0	0
Hydrocarbonaat HCO ₃ ⁻	6,0	3,6	12,0	24,0	3,7	4,9	9,1	4,9
Totale hardheid °DH	1,1	-	-	-	-	-	-	-
Calcium Ca ⁺⁺	3,9	5,4	3,7	4,0	1,6	1,6	3,3	1,5
Magnesium Mg ⁺⁺	2,4	2,1	1,5	1,9	0,7	1,2	2,0	1,0

1 Gerrijsflesch bij Hoog Buurloo (Gld)

2 Gerrijsflesch

3 Vijver op de Lage Vuursche (Utr.)

4 Leersumse Veld bij Leersum (Utr)

5 Bosven bij Oisterwijk (N Br)

6 Bosven bij Oisterwijk (N Br.)

7 Tweede Choorven bij Oisterwijk (N.Br.)

8 Klein Aderven bij Oisterwijk (N Br)

en aan Dresscher et al. (1952) (nr.2 weergegeven als gemiddelde waarde van vijf monsterpunten). De chemische samenstelling van het Uiversnest komt goed overeen met de in tabel 10 weergegeven waarden. Alleen de nummers 3 en 4 vertonen een groot KMnO_4 -verbruik, veroorzaakt door de aanwezigheid van humusstoffen, die het water een bruine kleur geven. Zij behoren tot het dystrofe type.

De samenstelling van het water van het Meeuwenven kan het best vergeleken worden met die van vennen, welke eveneens door meeuwenkolonies beïnvloed worden. Leentvaar (1967) geeft de chemische samenstelling van enkele van deze wateren, waarvan de minimale en maximale waarden in tabel 11 worden weergegeven.

De eerste plas van het Leersumse Veld en het Hilversumse Wasmeer-zuid bevatten dystroof-oligotroof water, de tweede plas van het Leersumse Veld en het Hilversumse Wasmeer-noord guanotroof water.

In het Hilversumse Wasmeer zijn de kokmeeuwen sinds 1958 gevestigd in het noordelijk deel van het ven; in het zuidelijk deel komen zij niet voor. Met uitzondering van 1960, toen de meeuwen geheel ontbraken, kon de kolonie van 1959-1961 geschat worden op ongeveer 350 paren. De kolonie heeft zich in 1963 uitgebreid tot 450 paren. In het Leersumse Veld bevindt zich in de tweede plas sinds 1919 een kokmeeuwenkolonie; hier werden in 1961 2000 paren geteld. Zoals reeds vermeld is, kwamen in het Meeuwenven van 1959 tot 1961 rond 1000 paren meeuwen voor.

De wisselingen in pH zijn in het Meeuwenven veel groter dan in de beide andere milieus, waar de pH verlaagd wordt ten gevolge van humuszuren. Het KMnO_4 -verbruik is er iets lager dan in deze twee andere guanotrofe wateren; ook daar was in 1959 de waarde abnormaal hoog. Het chloride-gehalte wordt vooral beïnvloed door de verdamping; bij de laagste waterstand komt steeds het hoogste chloride-getal voor. Leentvaar stelt dat er dus geen verband met guanotrofie is. Het ammonium-gehalte is in 1959 en 1960 in het Meeuwenven bijzonder hoog; slechts in 1961 is het vergelijkbaar met de gehalten van de tweede plas van het Leersumse Veld en het Hilversumse Wasmeer-noord. Dit hoge gehalte zal dus niet alleen door de verontreinigende invloed van meeuwen verklaard kunnen worden, er zal wellicht ook aanvoer zijn door de toevoersloot. Het anorganisch fosfaat-gehalte is in het Meeuwenven hoger dan in het Hilversumse Wasmeer-noord, echter veel lager dan in de tweede plas van het Leersumse Veld, waar een gemiddeld gehalte van $7 \text{ mg/l PO}_4'''$ voorkomt. Het calcium-gehalte en de totale hardheid zijn in het Meeuwenven iets hoger; het is mogelijk dat calcium via de toevoersloot wordt aangevoerd.

In het Leersumse Veld komt 's winters onder de ijslaag praktisch geen zuurstof voor; dergelijke bepalingen zijn in het Uiversnest en Meeuwenven niet verricht. In het Meeuwenven komt slechts eenmaal een grote zuurstofoververzadiging voor; overigens zijn de gemiddelde zuurstofgehalten nagenoeg gelijk aan die van de tweede plas van het Leersumse Veld.

Tabel 11 Chemische samenstelling van guanotroof en dystroof-oligotroof water, minimum- en maximum-waarden in mg/l

Table 11 Chemical composition of guanotrophic and dystrophic-oligotrophic water, minimal and maximal values in ppm

Plaats	Guanotroof							Dystroof-oligotroof				
	Leersumse Veld		Hilversumse Wasmeer					Hilversumse Wasmeer				Leersumse Veld
	2e plas		Noord					Zuid				1e plas
Datum	22-11 1958	mrt '62- mrt '63	26-7- 1955	1959	1961	1962	1963	1959	1961	1962	1963	mrt.'62- mrt '63
pH	-	3,2-5,5	4,3	4-4,5	4-6,5	3,5-6	4-5,5	4-4,5	3,2-4,1	3,1-4,2	3,5-5	3,2-4,8
KMnO ₄ -verbruik	73	53-265	19	37-105	27-47	22-47	32-226	40-85	25-55	25-68	31-156	43-81
Cl'	15	8-27,8	18	15-28	11-29	9-15	10-17	16-28	10-14	9-14	10-19	8-21,5
NH ₄ ⁺	0,12	0,05-1,9	0,3	0-0,75	0,1-0,5	0-1	0,05-0,95	0,06-0,55	0,1-0,45	0-0,4	0,08-3,3	0-0,07
NO ₂ '	0	0-0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₃ '	3,98	0-9	0	0	0	0	0-0,5	0	0	0	0,5	0
PO ₄ ^{'''}	0,882	0-13	-	0-0,1	0-0,57	0-0,59	0,7-1	0-0,55	0-0,6	0-0,55	0-0,77	0-0,4
HCO ₃ '	-	0-16	-	-	8	0-7	0-65	-	12	0-10	0-14	0-10
Totale hardheid °DH	-	0,2-1,8	-	-	0,5	0,2-0,8	0,2-0,8	-	0,5	0,1-0,8	0,1-0,8	0-1,8
Ca ⁺⁺	0,7	1,2-9,5	-	-	2,1	1,2-3,7	1,6-4,4	-	2	1,5-4,9	2-3,8	0,1-3,5
O ₂	-	2,2-11,5	-	8,5-10	5-10,5	4,5-12	2,8-13	8,5-10,5	6-10	3-15	2-14	0-13,2
O ₂ -verz %	-	10-82	-	-	50-80	40-85	25-80	-	50-90	30-100	18-125	0-102

VI KWALITATIEF ASPECT VAN HET PLANKTON

1. INLEIDING

Vooraf dient opgemerkt te worden, dat de determinaties van de plankton-organismen niet door een specialiste zijn geschied en evenmin door specialisten zijn gecontroleerd. De soorten zijn bepaald aan de hand van literatuurgegevens en niet met typemateriaal vergeleken (zoals dit bijvoorbeeld bij hogere planten met behulp van herbariummateriaal gebruikelijk is), daar in de meeste gevallen geen typemateriaal aanwezig is. De moeilijkheden bij het determineren zijn het grootst bij het fytoplankton. In deze publicatie wordt dan ook buiten beschouwing gelaten of de gebruikte namen in taxonomisch en nomenclatorisch opzicht correct zijn. In overeenstemming met het desbetreffende commentaar van Pulle (1952) op de botanische nomenclatuurregels zijn de auteursnamen van de taxa derhalve niet toegevoegd.

Daar het kwantitatieve aspect het hoofddoel van dit onderzoek was, is het zeer goed mogelijk, dat het aantal planktonsoorten in werkelijkheid veel groter is dan hier weergegeven wordt: 1) Deze soorten liggen onder het ontdekkingsniveau, dat wil zeggen tenzij een soort grote afmetingen heeft, zal deze, in zeer kleine aantallen voorkomend, niet opvallen bij deze methode (Hutchinson 1967). 2) Verscheidene soorten, die zeer veel op elkaar lijken, bijvoorbeeld van het geslacht *Peridinium*, zijn niet van elkaar te scheiden, tenzij ze duidelijk van afmeting verschillen.

2. KWALITATIEVE SAMENSTELLING VAN HET PLANKTON

A. Fytoplankton

Uit de soortenlijst (tabel 12) blijkt, dat in het Uiversnest in het geheel geen Cyanophyceae gevonden zijn; deze zijn in het algemeen kenmerkend voor eutroof water. De in het Meeuwenven gevonden Cyanophyceae komen echter alle in oligotroof water voor (Järnefelt 1952, Prescott 1962); zij duiden dus niet op een hogere trofiegraad van het water van het Meeuwenven.

Aan Chlorophyceae komen alleen de zogenaamde μ -algen in beide vennen voor. Dit zijn kleine eencellige Groenwieren, welke niet nader te determineren zijn bij gebrek aan duidelijke kenmerken. De term μ -algen is afkomstig van Gaarder (1933); zij zijn zowel uit zeewater als uit brak en zoet water bekend. Het Uiversnest wordt dus gekenmerkt door het vrijwel ontbreken van Chlorophyceae.

tabel 12 (vervolg)

	U.	M.		U.	M.
<i>Brachionus angularis</i>	+	+	<i>Alona costata</i>	+	+
<i>Brachionus quadridentatus</i>		+	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	+	
<i>Euchlanis species</i>	+		<i>Chydorus sphaericus</i>	+	+
<i>Filinia cf. brachiata</i>		+	<i>Daphnia longispina</i>		+
<i>Filinia longiseta</i>	+	+	<i>Daphnia pulex</i>		+
<i>Keratella quadrata</i>		+	<i>Ilicryptus agilis</i>	+	
<i>Keratella serrulata</i>	+		<i>Peracantha truncata</i>		+
<i>Lecane species</i>	+(2)		<i>Polyphemus pediculus</i>	+	
<i>Lepadella species</i>	+(2)	+(2)	<i>Pleuroxus trigonellus</i>	+	+
<i>Polyarthra species</i>		+	<i>Scapholeberis mucronata</i>	+	+
<i>Rotaria neptunia</i>	+	+	<i>Simocephalus vetulus</i>		+
<i>Synchaeta pectinata</i>	+	+			
<i>Trichocerca species</i>		+	<i>Copepoda</i>		
			<i>Acanthocyclops vernalis</i>	+	
<i>Crustacea</i>			<i>Cyclops strenuus</i>		+
<i>Cladocera</i>			<i>Eucyclops serrulatus</i>		+
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	+		<i>Eudiaptomus vulgaris</i>		+

*) Getallen tussen haakjes geven het waarschijnlijke aantal soorten aan.

In het Meeuwenven treft men daarentegen een vrij groot aantal soorten Chlorophyceae aan. De hier gevonden soorten zijn over het algemeen karakteristiek voor eutroof water. Soorten als *Kirchneriella lunaris*, *Selenastrum minutum*, *Scenedesmus obliquus*, *Crucigenia quadrata* en *C. rectangularis* komen vooral in ondiep water van vijvers voor (heleoplankton). De grotere trofie van het Meeuwenven komt bij de Chlorophyceae dus wel tot uiting.

In beide vennen werd slechts een gering aantal soorten Desmidiaceae aangetroffen. Desmidiaceae behoren zelden tot het echte plankton; veel soorten leven tussen *Sphagnum* of nabij de bodem en komen soms ook in het plankton terecht. Het aantal soorten Desmidiaceae is in het Uiversnest duidelijk groter dan in het Meeuwenven. Hoewel veel Desmidiaceae kenmerkend zijn voor oligotroof water, kunnen verschillende soorten ook in eutroof water leven, zoals *Closterium acerosum*, *C. moniliferum* en *C. leibleinii* (Fott 1959). Deze werden alle in het Meeuwenven gevonden.

De *Zygnemales Mougeotia* en *Spirogyra* werden niet fructificerend aangetroffen, hetgeen volgens Prescott (1962) vaak voorkomt in zacht, oligotroof water.

Evenals bij de Chlorophyceae vindt men in het Uiversnest nauwelijks, in het Meeuwenven een vrij groot aantal soorten Euglenophyceae, welke in het algemeen beschouwd worden als kenmerkend voor eutroof water.

Peridineae zijn daarentegen meer karakteristiek voor het Uiversnest. Volgens Järnefelt (1956) is *Peridinium inconspicuum* een typische soort voor oligotroof water.

De tot de *Cryptophyceae* behorende *Cryptomonas erosa* kan zowel in oligotroof als eutroof water voorkomen (Huber-Pestalozzi 1950).

Chrysophyceae zijn karakteristiek voor het Uiversnest. *Dinobryon divergens* wordt volgens Rodhe (1948) reeds in zijn ontwikkeling geremd door zeer lage fosfaatconcentraties. Fott (1959) geeft aan, dat deze soort uit het water verdwijnt als dit verrijkt is met organische stoffen. Hierdoor is het dus duidelijk, dat *Dinobryon divergens* niet in het Meeuwenven voorkomt.

De in de beide vennen gevonden soorten *Diatomeae* zijn geen van alle euplankters. Een betrekkelijk gering aantal soorten *Diatomeae* verkiest een pH < 6 en komt nog slechts plaatselijk voor in veen- en heidegebieden (van der Werff & Huls 1958-1967). De gevonden soorten zijn slechts ten dele acidofiel en komen alle zowel in oligotroof als eutroof water voor. Opvallend is dat uitsluitend pennate *Diatomeae* gevonden werden; dit werd eveneens geconstateerd door Beyerinck (1927) en Harnisch (1929) in vergelijkbaar milieu.

Het blijkt dus, dat het Uiversnest vooral gekarakteriseerd wordt door het voorkomen van *Chrysophyceae* en *Peridineae*, door het ontbreken van *Cyanophyceae* en *Chlorophyceae*, en door een gering aantal soorten *Desmidiaceae*. In het Meeuwenven overwegen voornamelijk *Chlorophyceae* en *Euglenophyceae*, waardoor het meer eutrofe karakter duidelijk naar voren komt. Het plankton van het Meeuwenven is een typisch heleoplankton. Het aantal soorten *Desmidiaceae* en *Diatomeae* is in beide vennen ongeveer gelijk. Dit is in overeenstemming met gegevens van Beyerinck (1927) over Drentse heideplassen.

B. Zoöplankton

De Protozoa *Arcella vulgaris* en *Centropyxis aculeata* zijn eurytope soorten (Hoogenraad & de Groot 1940), hoewel zij door Redeke (1948) tot de permanente bewoners van oligotrofe wateren gerekend worden.

De aangetroffen *Rotatoria* hebben een brede oecologische valentie. Zo is bijvoorbeeld het optimale milieu voor *Keratella quadrata* eutroof water, maar deze soort wordt ook regelmatig als xenobiont in vennen (Redeke 1948) of in oligotroof water van bergmeren met pH < 6,5 (Pejler 1965) gevonden. Tijdens dit onderzoek kwam *Keratella quadrata* alleen in het Meeuwenven voor. *Keratella serrulata* is een typische bewoner van oligotroof water, die volgens Voigt (1957) kan leven bij een pH van 3,2-4,5. Pejler (1965) trof deze soort echter alleen aan in kleine polyhumeuze wateren en niet in zuur water met een laag humus-gehalte. Hij meent dat het humus-gehalte voor *Keratella serrulata* de milieu bepalende factor is. *Keratella serrulata* werd hier uitsluitend in het Uiversnest, dus in zuur water met een gering humus-gehalte, gevonden, hetgeen in tegenspraak is met de waarneming van Pejler (1965).

Dat *Lecane* alleen in het Uiversnest waargenomen is, hangt samen met het feit,

dat deze soort stevige waterplanten, bijvoorbeeld *Sphagnum*, nodig heeft om zich op vast te hechten (Batut 1965); dergelijke waterplanten komen in het Meeuwenven niet voor. Volgens Redeke (1948) komt de saprobiont *Rotaria neptunia* dikwijls tussen waterplanten in niet of weinig vervuild zoet water voor en geraakt zij af en toe in het plankton. In het algemeen is het voedselrijkere Meeuwenven een geschikter milieu voor de Rotatoria dan het sterk zure Uiversnest.

Van de Cladocera wordt de alleen in het Uiversnest aangetroffen *Acantholeberis curvirostris* een streng acidofiele soort genoemd, die vooral in helder humusarm water thuishoort. In Nederland wordt deze soort uitsluitend in Ca-arm, zuur milieu gevonden, zodat men met zekerheid met oligotroof water te maken heeft (Redeke 1948). Ook twee andere soorten, die alleen in het Uiversnest voorkomen, vertonen een voorkeur voor oligotroof water. Peus (1932) geeft aan, dat *Ilyocryptus agilis* vooral voorkomt in voedselarm zuur milieu; Redeke (1948) vermeldt, dat *Polyphemus pediculus* voornamelijk aangetroffen wordt in oligotroof water op het Pleistoceen. *Ceriodaphnia quadrangula* is een eurytope soort, die mogelijk ontbreekt in het Meeuwenven, omdat daar geen geschikte waterplanten zijn. Zo werden in N.W. Overijssel begin september 1966 tussen de submerse *Stratiotes*-vegetatie veel grotere aantallen van *Ceriodaphnia* gevonden dan in het open water, namelijk gemiddeld 21 per l tegenover 0,2 per l (Geelen & Salomé 1967).

Hoewel *Daphnia longispina* en *D. pulex* beide ook in oligotroof, zuur water voorkomen, werden zij alleen in het Meeuwenven gesignaleerd. Dit is mogelijk te verklaren door het ontbreken van geschikt voedsel in het Uiversnest. Door de lage pH ontbreekt *Peracantha truncata* in het Uiversnest. Het verschil tussen de beide vennen komt dus in de soortensamenstelling van de gevonden Cladocera goed naar voren.

Van de Cyclopoida vindt men alleen *Acanthocyclops vernalis* in het plankton van het Uiversnest. Deze is echter niet karakteristiek voor oligotroof water, daar Kiefer (1960) deze soort vermeldt van kleine plassen en de litorale zone van meren bij een pH van 4,5-8,2.

In het Meeuwenven is *Cyclops strenuus* de belangrijkste vertegenwoordiger van de Cyclopoida. Het is waarschijnlijk dat de Cyclopoida, welke in de zomer gevonden zijn, behoren tot *Eucyclops serrulatus*, daar deze vooral voorkomt van mei tot september. *Cyclops strenuus* ontbreekt gedurende deze periode in het plankton, maar bevindt zich als copepodiet stadia IV en V in de bodem (Zoölogisch Laboratorium Nijmegen, niet gepubliceerd).

De enige gevonden calanoïde Copepoda is *Eudiaptomus vulgaris*, die voorkomt in het open water van kleine plassen. Røen (1955) vond *Eudiaptomus vulgaris* zowel in zeer voedselrijke vijvers als in zure humeuze poelen in een *Sphagnum*-veen bij een pH van 5,2-7,0. Het Uiversnest met zijn extreem lage pH (<4) schijnt derhalve geen geschikt milieu voor deze soort te zijn. Ook in de soortensamenstelling van het zoöplankton komt het verschil tussen de beide vennen duidelijk tot uiting.

tabel 13 Samenstelling van het plankton in oligotroof en guanotroof water
 table 13 *Composition of the plankton in oligotrophic and guanotrophic water*

	oligotroof			guanotroof			
Aantal soorten	Uiversnest 1959-1961	Hilversumse Wasmeer 1955-1958	Leersumse Veld plas 1 1962-1963	Meeuwenven 1959-1961	Hilversumse Wasmeer N 1959-1963	Leersumse Veld plas 2 1962-1963	Bakkerskooi 1960
<i>Fytoplankton</i>							
Cyanophyceae	0	0	0	3	1	1	1
Chlorophyceae	1	1	7	14	6	8	13
Desmidiaceae	11	5	8	6	9	4	2
Zygnemales	2	1	1	2	2	1	1
Euglenophyta	3	0	0	6	2	1	5
Pendineae	2	0	2	1	2	1	0
Chrysophyceae	2	1	3	0	3	3	0
Diatomeae	8	1	1	16	4	2	4
<i>Zooplankton</i>							
Protozoa	5	0	5	5	4	3	3
Rotatoria	10	6	13	12	18	15	10
Cladocera	8	10	8	8	15	10	1
Copepoda	1	1	1	3	2	2	1

tabel 14 Samenstelling van het plankton in oligotroof en guantotroof water aan de hand van overeenkomstige soorten
 table 14 *Composition of the plankton in oligotrophic and guantotrophic water derived from corresponding species*

	oligotroof			guantotroof			
	Uiversnest 1959-1961	Hilversumse Wasmeer 1955-1958	Leersumse Veld plas 1 1962-1963	Meeuwenven 1959-1961	Hilversumse Wasmeer N. 1959-1963	Leersumse Veld plas 2 1962-1963	Bakkerskooi 1960
Fytoplankton							
<i>Chlorophyceae</i>							
Chlamydomonas species			+	+	+	+	
Dictyosphaerium species				+	+	+	
Scenedesmus quadricauda				+		+	+
Crucigenia rectangularis				+			+
Tetraodon species				+			+
Kirchneriella species				+			+
Actinastrum hantzschii				+			+
Ankistrodesmus falcatus				+			+
<i>Conjugatae</i>							
Staurastrum species	+		+	+	+	+	+
Closterium species	+		+	+		+	
Gymnozyga brébissonii	+	+	+		+	+	
Cosmarium species	+		+	+	+		
Mougeotia species	+	+	+	+	+	+	
Sprogyra species				+	+		+
<i>Euglenophyta</i>							
Euglena species			+	+	+		+
Phacus longicauda			+	+		+	+
Trachelomonas species	+			+			+
<i>Chrysophyceae</i>							
Dinobryon divergens	+					+	
Synura uvella	+		+		+	+	

	oligotroof			guanotroof			
Zooplankton	Uiversnest 1959-1961	Hilversumse Wasmeer 1955-1958	Leersumse Veld plas 1 1962-1963	Meeuwenven 1959-1961	Hilversumse Wasmeer N. 1959-1963	Leersumse Veld plas 2 1962-1963	Bakkerskooi 1960
<i>Rotatoria</i>							
<i>Keratella serrulata</i>	+	+	+		+	+	
<i>Keratella quadrata</i>				+	+		+
<i>Synchaeta pectinata</i>	+	+		+	+		
<i>Lecane species</i>	+	+	+		+	+	
<i>Asplanchna species</i>				+	+	+	+
<i>Trichocerca species</i>				+	+	+	
<i>Rotana neptunia</i>	+			+		+	+
<i>Polyarthra species</i>	+			+		+	+
<i>Lepadella species</i>	+			+		+	
<i>Brachionus angularis</i>	+			+			+
<i>Euchlanis species</i>	+		+		+		
<i>Cladocera</i>							
<i>Chydorus spaericus</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	+	+	+		+	+	
<i>Polyphemus pediculus</i>	+	+	+		+	+	
<i>Scapholeberis mucronata</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Alona costata</i>	+			+		+	
<i>Daphnia pulex</i>				+		+	+

3 VERGELIJKING VAN DE SAMENSTELLING VAN HET PLANKTON MET DIE VAN ANDERE WATEREN

De samenstelling van het plankton komt overeen met de opgave van Margalef (1947), die voor oligotroof water naast microplankton (50-500 μ) vooral *Cyclops* en Cladoceren, voor meso-eutroof water naast nannoplankton (5-50 μ) *Diaptomus* en Cladoceren kenmerkend noemt, en ook met gegevens van Harnisch (1929), die voor veenwater een overheersen van Flagellaten (*Dinobryon divergens*, *Synura uvella*) vermeldt met weinig Ciliaten. Aan Cladocera vindt hij *Acantholeberis curvirostris*, *Ceriodaphnia*-soorten, *Chydorus sphaericus* en *Polyphemus pediculus*, echter weinig Copepoda. In echt veenwater ontbreken Rotatoria als *Asplanchna*, *Keratella cochlearis* en *K. quadrata* en Cladocera als *Daphnia* en *Simocephalus*. Het heeft een giftige werking op *Daphnia*'s en *Diaptomus*, veroorzaakt door de humuszuren en/of de zure reactie (Harnisch 1929). Czeczuga (1957) stelde inderdaad een toxiciteit van humuszuren tegenover *Daphnia*'s vast.

Evenals de chemie van het water (zie tabel 11) kan ook het plankton vergeleken worden met gegevens van Leentvaar (1967). Het aantal gevonden soorten per groep is hiertoe in tabel 13 weergegeven. Uit deze tabel blijkt, dat het aantal soorten per groep in beide milieus gering is. In oligotroof milieu ontbreken de Cyanophyceae geheel, Chlorophyceae en Euglenophyta komen zeer weinig voor. In het guantrofe milieu is het aantal Chlorophyceae duidelijk groter, dat van Cyanophyceae en Euglenophyta is toegenomen. Bij het zooplankton vindt men een groter aantal soorten Rotatoria en Cladocera. Het geringe aantal Diatomeae, door Leentvaar vermeld, is mogelijk te verklaren doordat zijn gegevens alleen gebaseerd zijn op netvangsten.

De grootste overeenkomst in soortensamenstelling van het fytoplankton vindt men in het guantrofe milieu, vooral wat betreft de Chlorophyceae (vergelijk tabel 13 en 14). De in dit milieu gevonden soorten hebben een eutroof karakter, zij ontbreken praktisch in het oligotrofe milieu met uitzondering van het Leersumse Veld plas 1, waarin zij sporadisch voorkomen, waarschijnlijk als gevolg van transport door watervogels. Bij de Conjugatae ontbreekt *Gymnozyga brebissoni* zowel in het Meeuwenven als in de Bakkerskooi. De Euglenophyta zijn, zoals bekend, karakteristiek voor het eutrofere, guantrofe milieu. Bij de Chrysophyceae komen opvallende verschillen voor. Leentvaar vond in het Hilversumse Wasmeer, zowel van 1955-1958 als van 1959-1962, zeer veel *Dinobryon pediforme*. Na de herfst van 1962 verdween deze soort bijna geheel, hetgeen hij wijt aan de toenemende guantrofie. In de Hatertse Vennen komt *Dinobryon pediforme* niet voor, wel *Dinobryon divergens*, namelijk uitsluitend in het Uiversnest. *Dinobryon pediforme* nu wordt meestal als variëteit van *Dinobryon divergens* beschouwd, maar is door Steinecke (1916) op grond van zijn onderzoek van hoogveen als zelfstandige soort afgesplitst. *Dinobryon pediforme* komt voor

in het zomerplankton van hoogveen en plassen met resten van hoogveen; deze soort heeft een sporadische verspreiding (Huber-Pestalozzi 1941).

Bij het zoöplankton valt op, dat *Keratella serrulata* uitsluitend in het Uiversnest gevonden werd; Leentvaar trof deze soort ook aan in het guanotrofe milieu. Een verklaring hiervoor kan zijn, dat voor deze soort humus belangrijker is dan de pH, zoals Pejler (1965) stelt; hij vond deze soort alleen in polyhumeus water, niet in zuur water met een laag humusgehalte. Zowel het Hilversumse Wasmeer als het Leersumse Veld zijn dystroof-oligotroof. Leentvaar's gegevens over de Rotatoria vertonen in het algemeen overeenkomst met die van de Hatertse Vennen, bijvoorbeeld in het ontbreken van *Asplanchna* en *Keratella quadrata* in het oligotrofe milieu. Bij de Cladocera vond Leentvaar *Bosmina obtusirostris* en *Eurycercus glacialis* regelmatig in het Hilversumse Wasmeer, beide door Redeke (1948) indicator voor oligotroof water genoemd; zij ontbreken in deze Hatertse Vennen. Opvallende verschillen zijn verder, dat *Acantholeberis curvirostris* en *Polyphemus pediculus* door Leentvaar wel in guanotroof milieu gevonden werden; de eerstgenoemde noemt Redeke typisch voor zuur, oligotroof water, de tweede soort is eurytoop.

Samenvattend mogen wij concluderen, dat het plankton van het Uiversnest vrij goed overeenkomt met dat van het oligotrofe Hilversumse Wasmeer en de 1e plas van het Leersumse Veld, het plankton van het Meeuwenven met dat van het guanotrofe water van het Hilversumse Wasmeer-noord en van de 2e plas van het Leersumse Veld.

In het algemeen komt ook de chemische samenstelling van het water van het oligotrofe Uiversnest overeen met die van het Hilversumse Wasmeer-zuid in de jaren 1959-1963, alleen het kaliumpermanganaatverbruik is er duidelijk lager (zie tabel 9 en 11).

De chemische samenstelling van het Meeuwenven geeft grotere verschillen te zien met het door Leentvaar onderzochte guanotrofe water (pag.52). Er is hier namelijk niet alleen invloed van meeuwen, maar het Meeuwenven ontvangt ook water uit een sloot, waardoor enkele verschillen in de chemie van het water misschien verklaard kunnen worden.

4. BEPALING VAN DE TROFIEGRAAD EN SAPROBITEIT VAN HET WATER AAN DE HAND VAN DE KWALITATIEVE PLANKTONGEGEVENS

Op pag.13 is vermeld dat nagegaan zal worden in hoeverre de kwalitatieve samenstelling van de plankton-biocoenose duidt op een verschil in trofie in Uiversnest en Meeuwenven. In de volgende uiteenzetting zal ook het saprobiën-systeem worden opgenomen.

tabel 15 Verdeling van de organismen naar trofiegraad en saprobiteit

table 15 Distribution of the organisms according to trophic conditions and saprobity

A	trofiegraad	Uiversnest		Meeuwenven	
		aantal soorten	%	aantal soorten	%
	dystroof	2			
	oligotroof	10	39	3	6
	oligo- tot mesotroof	1		1	
	oligo- tot eutroof	14	48	33	65
	eutroof	4	13	15	29
	t o t a a l	31		52	

B	saprobiteit	Uiversnest		Meeuwenven	
		aantal soorten	%	aantal soorten	%
	α oligosaproob	2		1	
	α oligo- tot β -mesosaproob	4	35	8	24
	α oligo- tot α -mesosaproob	2		3	
	β mesosaproob	2		11	
	β - α mesosaproob	4	47	11	62
	α mesosaproob	2		1	
	α meso- tot polysaproob	1		2	
	t o t a a l	17		37	

A. Bepaling van de trofiegraad

In het Uiversnest zijn van de ongeveer 54 organismen slechts 31 = 57% tot op de soort gedetermineerd, zodat alleen deze voor indeling naar de trofiegraad gebruikt kunnen worden. In het Meeuwenven zijn van de ongeveer 76 organismen slechts 52 = 68% gedetermineerd. In tabel 15A is de verdeling van deze organismen naar hun voorkomen in water met verschillende trofiegraad weergegeven. In het Uiversnest komen duidelijk meer soorten uit oligotroof milieu voor dan in het Meeuwenven. In beide vennen overweegt het aantal soorten, dat zowel in oligotroof als eutroof milieu thuishoort. In het Meeuwenven is het aantal soorten met voorkeur voor eutroof water aanzienlijk groter dan in het Uiversnest. Aangezien er slechts van weinig organismen bekend is dat zij vooral in mesotroof water voorkomen (Teiling 1955), is een beter onderscheid niet te maken. Hoewel dus slechts met een deel van de biocoenose rekening gehouden kon worden, wijst het resultaat toch op een duidelijk verschil in trofiegraad tussen beide vennen.

B. Bepaling van de saprobiteit

Voor de bepaling van de saprobiteit van de organismen is gebruik gemaakt van de lijst van Sládeček (1963), met aanvullingen naar Kolkwitz (1950). Van de meeste gevonden soorten is de relatie tot de saprobiteit niet bekend; voor het Uiversnest was deze slechts bekend voor 17 soorten = 31%, voor het Meeuwenven voor 37 soorten = 48%. Deze gegevens zijn verwerkt in tabel 15B.

Opvallend is dat er geen xenosaproben en slechts zeer weinig oligosaproben gevonden zijn, hoewel deze wel degelijk in de lijst van saprobiën zijn opgenomen. Het resultaat van de verdeling naar de saprobiteit is daardoor weinigzeggend. In beide vennen komt het grootste deel van de organismen voor in het β - α -mesosaprobe gebied; beide vennen zouden volgens Caspers & Karbe (1966) eutroof zijn (zie pag.14). Er is dus geen overeenstemming tussen deze gegevens en die van de hydrochemische analyses en de kwalitatieve samenstelling van het plankton.

Het saprobiën-systeem is voor de karakterisering van deze vennen niet bruikbaar, omdat: a) de gevonden soorten weliswaar wijzen op een β - α -mesosaprobiteit, maar zij vinden in deze vennen geenszins hun optimale ontwikkeling; op grond van hun voorkomen alleen is niet tot de saprobiteit te besluiten; b) lang niet van alle plankters de plaats in dit systeem bekend is; c) volgens Beer (1966) het saprobiën-systeem bij voorkeur gebruikt dient te worden in stromend water, waarin snelle veranderingen optreden.

5. ORGANISMEN ALS INDICATOREN VAN DE TROFIE

Men kan zich afvragen of de organismen, die in tabel 15A gebruikt zijn als indicatoren voor de trofiereeks, inderdaad hiertoe geschikt zijn. Järnefelt (1952) geeft in een nauwkeurige studie van ruim 300 Finse meren ongeveer 30 soorten, die alleen in eutrofe meren gevonden zijn, en slechts 6, die alleen tot oligotroof water beperkt zijn. Hij komt tot de conclusie, dat geen van de voor oligotrofie karakteristiek genoemde soorten een tot deze extreme levensvoorwaarden beperkte verspreiding heeft. Zij komen ook in voedselrijkere milieus voor, doch kunnen slechte voedingsomstandigheden waarschijnlijk beter verdragen dan andere soorten.

Ook Rawson (1956) is van mening, dat er slechts enkele indicatororganismen voor oligotroof water zullen bestaan. Deze organismen kunnen juist met lage voedselconcentraties toe, grotere hoeveelheden werken schadelijk. Een bekend voorbeeld is *Dinobryon divergens*, die in zijn ontwikkeling geremd wordt door zeer lage fosfaatconcentraties (Rodhe 1948). *Dinobryon divergens* is inderdaad karakteristiek voor het Uiversnest en ontbreekt in het Meeuwenven.

Het aantal zoöplankters, dat volgens Pejler (1965) in centraal Zweden min of meer op oligotrofie wijst, is even groot als het aantal zoöplankters, dat als

indicator voor eutrofie te beschouwen is. Hij legt er echter de nadruk op, dat men niet te veel waarde moet hechten aan het voorkomen van bepaalde soorten. De samenstelling van de gehele zoöcoenose is een veel betere gids. Hoewel de Rotatoria en *Daphnia cucullata*, die hij als indicatoren voor eutrofie vindt, omgeven zijn door volop voedsel, is er niets dat erop wijst dat zij deze milieus hierom prefereren. Hun voorkomen staat waarschijnlijk in verband met een totaal andere set van factoren. Dikwijls is het ontbreken van bepaalde organismen of groepen van organismen meer karakteristiek voor de trofiegraad van het milieu.

6. PLANKTONQUOTIENTEN TER VASTSTELLING VAN DE TROFIEGRAAD

Thunmark (1945) stelt voor om het quotiënt aantal soorten Chlorococcales/aantal soorten Desmidiaceae van pelagisch oppervlaktewater te gebruiken om het trofische karakter van de planktongemeenschap uit te drukken. Hij koos de Chlorococcales, omdat deze als groep beschouwd een duidelijke neiging tot eutroof water bezitten en daar hun grootste kwalitatieve en ook kwantitatieve ontplooiing bereiken; bij de Desmidiaceae is eenzelfde tendens ten opzichte van het oligotrofe water te zien. In oligotroof water vindt hij het quotiënt < 1 , in mesotroof tot zwak eutroof water 1-3 en in eutroof water > 3 . Dit quotiënt mag alleen in de zomermaanden (juni-augustus) bepaald worden, omdat alleen in die periode het fytoplankton zich optimaal ontplooit. In andere jaargetijden zijn de verschillen tussen de verschillende typen wateren niet zo duidelijk, omdat dan klimaatsfactoren, bijvoorbeeld de temperatuur, de verschillen in trofie overheersen.

Nygaard (1949) voerde meer planktonquotiënten in om de trofiegraad van het water te bepalen:

het Cyanophyceae-quotiënt = aantal soorten Cyanophyceae gedeeld door het aantal soorten Desmidiaceae;

het Diatomeae-quotiënt = aantal soorten centricate Diatomeae gedeeld door het aantal soorten pennate Diatomeae;

het Euglenophyta-quotiënt = aantal soorten Euglenophyta gedeeld door het aantal soorten Cyanophyceae en

het samengesteld quotiënt = aantal soorten Cyanophyceae + Chlorococcales + centricate Diatomeae + Euglenophyta gedeeld door het aantal soorten Desmidiaceae.

Het samengesteld quotiënt geeft volgens Nygaard de beste differentiatie. Alleen het Diatomeae-quotiënt mag in elk seizoen gebruikt worden, de overige slechts in de zomer. Ook hier gelden dezelfde waarden als voor het Chlorococcales-quotiënt.

Tegen het gebruik van deze quotiënten zijn veel bezwaren naar voren gebracht.

Brook (1965) noemt als bezwaren dat: 1) het aantal soorten niet altijd bekend is, daar sommige organismen moeilijk te determineren of niet goed van elkaar te onderscheiden zijn; 2) alleen euplankters mogen meetellen; vooral in kleine ondiepe plassen komen in het plankton veel organismen voor, die vanuit de litorale zone toevallig in het plankton terechtkomen (tychoplankters), een onderscheid tussen beide groepen is dus moeilijk te maken; 3) het quotiënt bijvoorbeeld bepaald wordt aan Chlorococcales en Desmidiaceae, terwijl Diatomeae dominant zijn; 4) Desmidiaceae niet altijd alleen in oligotroof water voorkomen: in Engeland komt 59% in oligotroof en 24% in eutroof water voor. Höhne & Klose (1966) voegen hier nog als kritiek aan toe, dat de quotiënten vaak slechts bij één eenmalige monsternamen bepaald worden, waardoor wisselingen in de samenstelling van het plankton in de loop van het jaar niet opgemerkt worden. Deze zijn juist in eutroof tot polytroof water groot (Uhlmann 1964).

Ook Schroevers (1965) uit meerdere bezwaren tegen het samengesteld quotiënt van Nygaard: 1) het aantal groepen in de teller is veel groter dan dat in de noemer; 2) de in de teller genoemde groepen geven oecologisch heel verschillende toestanden aan, daar Cyanophyceae en Euglenophyta vaak karakteristiek zijn voor een zekere mate van vervuiling en niet gebruikt mogen worden voor trofie-bepaling; 3) het verschil tussen de aantallen van de soorten is belangrijker dan de som; 4) de teller–noemer relatie heeft een logaritmisch verloop. Hij gaat daarom over tot een eigen quotiënt en wel $Q = 100 \frac{P-D}{P+D}$, waarin P het aantal

Protococcales en D het aantal Desmidiales voorstelt. Dit quotiënt is ook voor andere combinaties te gebruiken, bijvoorbeeld Cyanophyceae – Protococcales. Het verloop van deze waarde, van –100 tot +100, gaat volgens een Galton-kromme en is dus volgens Schroevers voor klasse-indeling goed te gebruiken. Dit moet echter nog bewezen worden.

Nygaard (1955) zelf constateerde, dat zijn samengesteld quotiënt alleen te gebruiken is in extreme gevallen van oligotrofie en eutrofie, echter niet in zuur humusrijk water. Hij toonde voor deze extreme gebieden een positieve correlatie aan tussen de primaire productie, bepaald met behulp van de ^{14}C -methode, en het samengesteld quotiënt.

Andere auteurs duiden op de onbruikbaarheid van het samengesteld quotiënt, namelijk Järnefelt (1956) voor Finland, Rawson (1956) voor Noord-Amerika en Stankovic (1960) voor het meer van Ohrid.

Voor het plankton van het Uiversnest en Meeuwenven is geen quotiënt berekend, niet alleen vanwege bovengenoemde bezwaren, maar omdat met name de Desmidiaceae vaak niet tot op de soort gedetermineerd zijn; het onderzoek is vooral gericht op de kwantitatief belangrijke organismen.

Samenvattend mogen wij vaststellen, dat het oligotrofe karakter van het

Uiversnest in de samenstelling van het plankton goed naar voren komt. Het Meeuwenven is hierin duidelijk eutrofer. De saprobiteit van het water is niet te bepalen. Gezien het grote aantal bezwaren tegen het gebruik van plankton-quotiënten, is de trofiegraad niet op deze manier berekend.

VII

KWANTITATIEF ASPECT VAN HET PLANKTON

1. INLEIDING

Na de bespreking van het kwalitatief aspect van het plankton worden de volgende, bij de probleemstelling op pag.9 gestelde, vragen in dit hoofdstuk besproken:

- 1) Zijn er kwantitatieve verschillen in de planktonontwikkeling in de beide vennen?
- 2) Wat is de verhouding tussen de hoeveelheid fytoplankton respectievelijk zoöplankton?
- 3) Zijn de resultaten in verband te brengen met: a) seizoensinvloed; b) klimaatsverschillen in de verschillende jaren?
- 4) Zijn de kwantitatieve verschillen tussen de vennen in verband te brengen met: a) de chemische samenstelling van het water; b) de trofiegraad van het water?
- 5) Vergelijking van de gegevens met die van andere wateren, die met dezelfde methode onderzocht zijn.
- 6) Wat is de invloed van jaarcyclus van dominante soorten op de hoeveelheid plankton?
- 7) Is er iets te zeggen over voedselrelaties?

Bovendien zijn de gegevens, voor zover dit zin had, statistisch bewerkt.

2. KWANTITATIEVE VERSCHILLEN IN PLANKTONONTWIKKELING

A. De totale hoeveelheid plankton

1. De totale hoeveelheid plankton in Uiversnest en Meeuwenven

De totale hoeveelheid plankton was in het Meeuwenven steeds groter dan in het Uiversnest (figuur 34). De grootste verschillen tussen beide vennen zijn waargenomen in voorjaar en zomer, de kleinste in de winter.

In het Uiversnest schommelde de totale hoeveelheid plankton van 0,195-9,027 mg/l; het gemiddelde gehalte per monsternamen over de drie jaren bedroeg slechts 1,773 mg/l. De grote spreiding wordt veroorzaakt door seizoensinvloed, waarop nog nader zal worden ingegaan. In tabel 16 is de gemiddelde hoeveelheid plankton per monster opgegeven in plaats van de totale hoeveelheid plankton per jaar, omdat het aantal monsters in de drie jaren niet gelijk was. In deze drie jaren nam de hoeveelheid plankton geleidelijk toe; ook hierop zal nog worden teruggekomen.

In het Meeuwenven werd een totale hoeveelheid plankton van 0,991-68,254 mg/l gevonden, met een gemiddeld gehalte van 14,397 mg/l. In 1959 was de totale hoeveelheid plankton per monster ongeveer tweemaal zo groot als in 1960 en 1961. Door de sterke verdamping had in dat jaar een grote concentratie van stoffen in het water plaats, waardoor het plankton zich extreem goed kon ontwikkelen. Bovendien konden in 1959 als gevolg van de geringere waterdiepte stoffen (bijvoorbeeld fosfaat), die uit de bodem vrijkomen, sneller bereikbaar zijn voor het plankton.

De grotere hoeveelheid plankton weerspiegelt de grotere voedselrijkdom van het Meeuwenven; er is dus een duidelijke relatie tussen trofie van het water en de hoeveelheid plankton die tot ontwikkeling komt.

tabel 16 Gemiddelde hoeveelheid plankton per monster in mg/l

table 16 *Average quantity of plankton per sample in mg/l*

	Uiversnest				Meeuwenven			
	1959	1960	1961	gem.	1959	1960	1961	gem.
Totaal plankton	0,616	1,985	2,717	1,773	23,179	9,889	10,122	14,397
Fytoplankton	0,545	1,890	2,581	1,672	10,515	3,535	5,441	6,497
Zoöplankton	0,071	0,095	0,136	0,101	12,664	6,354	4,682	7,900

2. Seizoensinvloed op de ontwikkeling van het plankton

In tabel 16 zijn de gemiddelde waarden van het plankton voor de drie jaren weergegeven. Aangezien het plankton tijdens de verschillende seizoenen een andere ontwikkeling te zien geeft, is in tabel 17 de totale hoeveelheid plankton per seizoen vermeld. De seizoenen zijn ingedeeld volgens de methode van het K.N.M.I. te De Bilt en wel als volgt:

winter: december, januari, februari;
 voorjaar: maart, april, mei;
 zomer: juni, juli, augustus;
 herfst: september, oktober, november.

tabel 17 Totale hoeveelheid plankton per seizoen in mg/l

table 17 *Total quantity of plankton per season in mg/l*

jaar	Uiversnest				Meeuwenven			
	winter	voorjaar	zomer	herfst	winter	voorjaar	zomer	herfst
1959	—	0,999	2,902	1,652	—	43,881	80,150	99,537
1960	4,008	2,825	12,482	4,255	15,033	11,020	69,760	26,603
1961	1,422	6,356	14,629	7,814	10,186	33,549	54,369	15,516
t o t a a l	5,430	10,180	30,013	13,721	25,219	88,450	204,279	141,656
gem./monst.	1,086	1,131	3,335	1,525	5,044	9,828	22,698	15,740

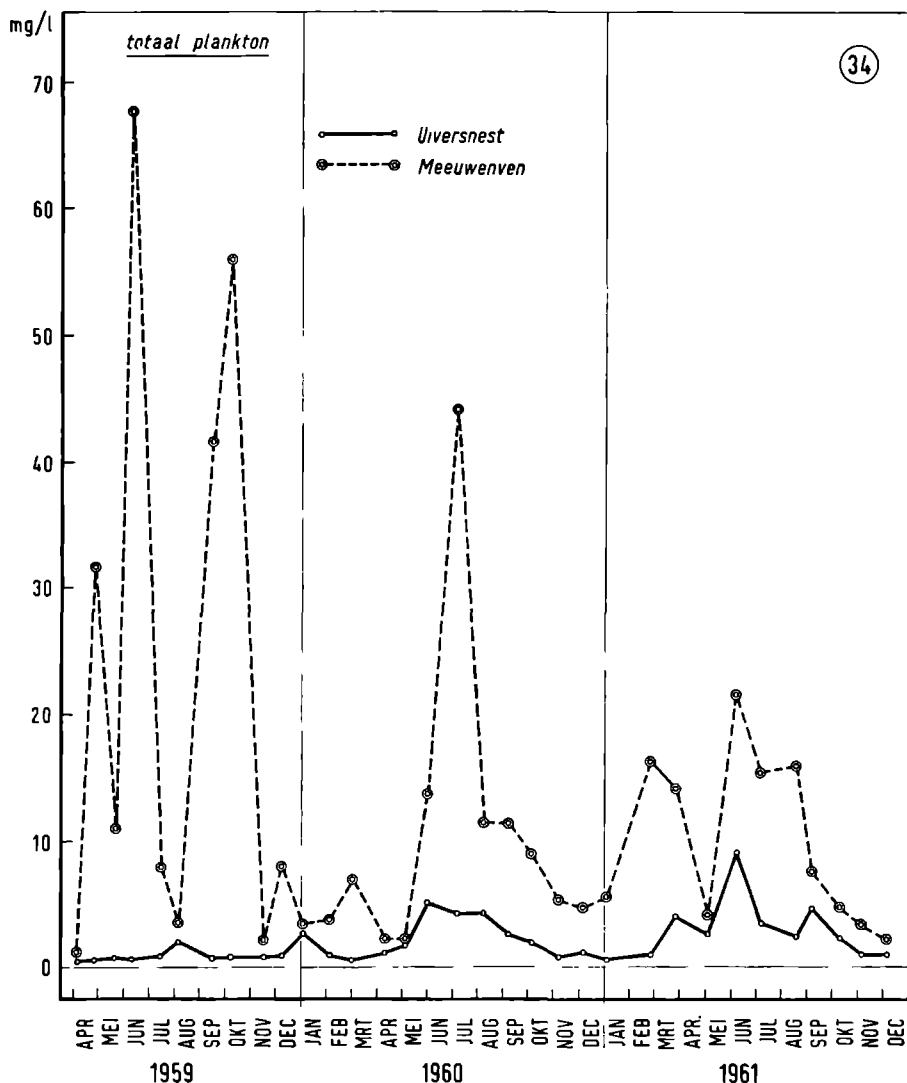


fig.34. Totaal plankton-gehalte in mg/l in Uiversnest en Meeuwenven
Total plankton content in mg/l in Uiversnest and Meeuwenven

Hieruit blijkt, dat er in de zomer een maximale planktonontwikkeling en in de winter een minimale ontwikkeling voorkomt. In het Uiversnest kwam echter in de winter van 1960 meer plankton voor dan in het voorjaar. Dit werd veroorzaakt door een sterke opbloei van *Synura uvella* op 6-1-1961. Tussen twee vorst-perioden, namelijk van 9 tot en met 16 december 1960 en van 9 tot en met 17

januari 1961, bevond zich een periode met hogere watertemperatuur (+5°C). Deze had een bloei van *Synura* tot gevolg, die onder normale omstandigheden in het voorjaar optreedt. Aangezien de gegevens van 1959 in het Meeuwenven sterk afwijken van die van de beide volgende jaren, kunnen wij alleen de gegevens voor de beide laatste jaren als relatief normaal beschouwen. Dit geeft het volgende resultaat: de gemiddelde hoeveelheid totaal plankton per monster in winter, voorjaar, zomer en herfst is resp. 5,044; 7,429; 20,688; 7,025. De grootste afwijking tussen 1959 en 1960-1961 vinden wij dan in de herfst; dit wordt veroorzaakt door de grote verdamping in september 1959.

3. Vergelijking van de totale planktonhoeveelheden met die van andere wateren

De gevonden waarden kunnen worden vergeleken met die van andere wateren. Deze betreffen eigen onderzoek in de Loenerveense plas, 2e Loosdrechtse plas, Westeinder plas bij Aalsmeer en IJzeren Man te Vught (van Heusden 1955, 1956a), een onderzoek door Leussink (1956) van een plas bij Vechten en een onderzoek voor de Rijncommissie in de Rijn bij Vreeswijk (van Heusden 1956b). Deze gegevens zijn alle met dezelfde methode verkregen en samengevat in tabel 18.

tabel 18 Gemiddelde hoeveelheid totaal plankton per seizoen en per monster in mg/l
table 18 *Average quantity of total plankton per season and per sample in mg/l*

		winter	voorjaar	zomer	herfst	min.	max.	gem.
Loenerveense plas	1954	0,870	3,702	4,252	1,635	0,643	5,820	2,545
2e Loosdrechtse plas	1954	—	3,222	5,817	2,271	0,699	7,934	3,483
2e Loosdrechtse plas	1955	1,027	1,612	4,148	2,643	0,303	6,626	2,358
Westeinder plas	1955	—	1,716	2,842	—	1,687	3,912	2,392
IJzeren Man	1955	—	1,911	2,651	4,589	0,424	4,589	3,090
Plas bij Vechten	1956	—	1,590	5,020	—	0,994	6,006	2,570
Rijn bij Vreeswijk	1955	0,559	4,412	12,550	1,077	0,006	24,451	4,974
Uiversnest	1959-1961	1,086	1,131	3,335	1,525	0,195	9,027	1,773
Meeuwenven	1959-1961	—	9,828	22,698	15,740	0,991	68,254	14,397
Meeuwenven	1960-1961	5,044	7,429	20,688	7,025	1,852	44,399	10,006

Uit deze cijfers blijkt, dat het totale planktongehalte van het oligotrofe Uiversnest beslist niet zo gering is; het bedraagt gemiddeld 65% van dat van de eutrofe Loenerveense en 2e Loosdrechtse plas.

Het totale planktongehalte van het Meeuwenven is bijzonder hoog ten opzichte van dat van de Loosdrechtse plassen; het gemiddelde gehalte is er in de jaren 1959-1961 5x, in de jaren 1960-1961 3,6x zo hoog. Ook ten opzichte van het rivierplankton is het gemiddelde planktongehalte groot, namelijk 3x zo hoog in de jaren 1959-1961 en 2x zo hoog van 1960-1961. Zoals grafiek 34 laat zien, worden deze grote waarden vooral bepaald door enkele zeer hoge maxima, met name in 1959.

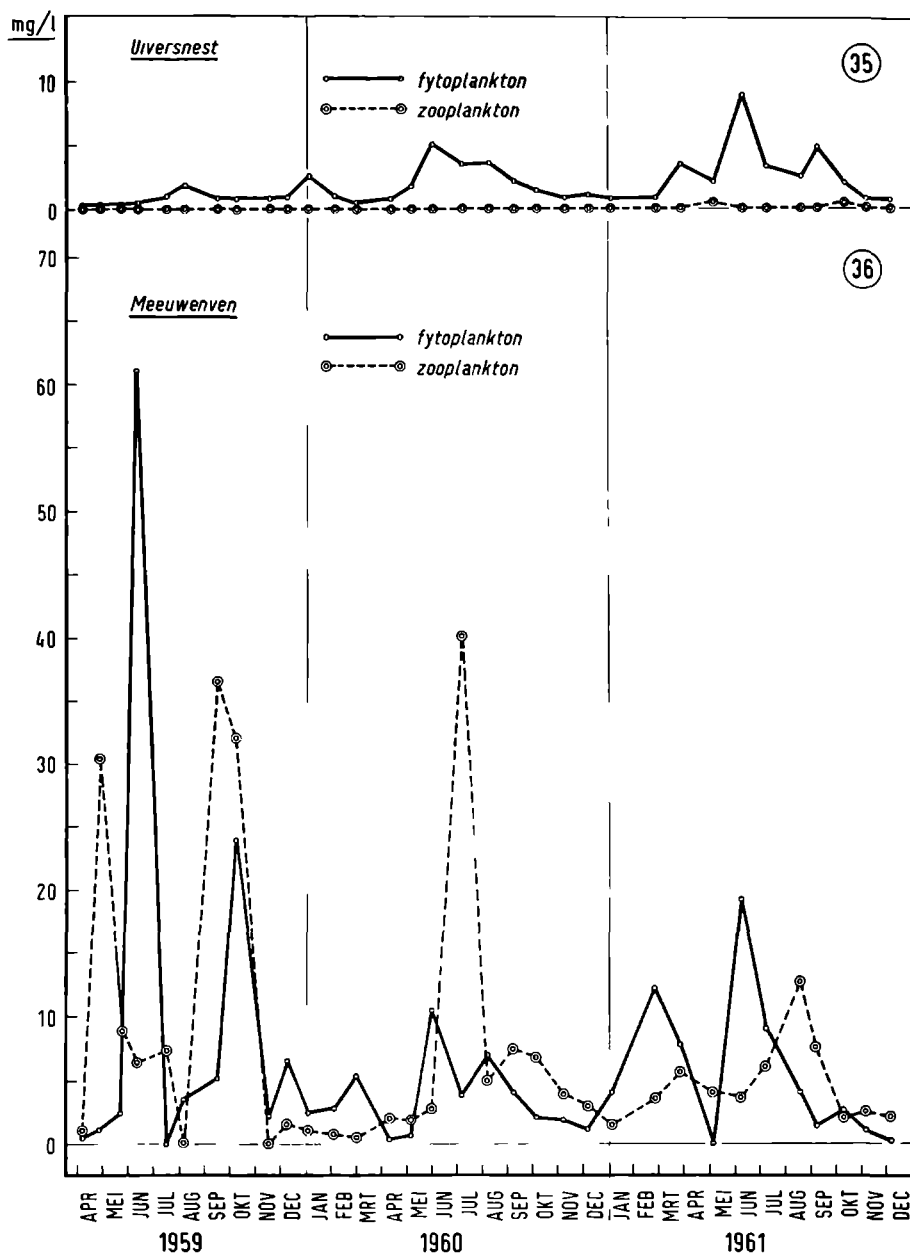


fig 35-36 Fytoplankton- en zooplankton-gehalte in mg/l in Uiversnest (fig 35) en Meeuwenven (fig 36)

Phytoplankton and zooplankton content in mg/l in Uiversnest (fig 35) and Meeuwenven (fig 36)

B. De verhouding tussen fytoplankton en zoöplankton

1. De verhouding fytoplankton/zoöplankton in Uiversnest en Meeuwenven

Om de planktongegevens nader te analyseren is het nuttig in verband met de voedselrelaties de verhouding tussen de producenten en consumenten in de biocoenose na te gaan (zie ook Hoofdst. VII G).

In het Uiversnest is de hoeveelheid fytoplankton steeds groter dan die van het zoöplankton (zie figuur 35). Dit is karakteristiek voor ondiep, oligotroof water (Sernow 1958).

Aangezien de gegevens van Uiversnest en Meeuwenven uitsluitend gebaseerd zijn op dagvangsten, is dit beeld wellicht niet geheel juist; met dag-nacht-ritme is namelijk geen rekening gehouden. 's Nachts worden in het Uiversnest meer naupliën, copepodieten en adulte *Acanthocyclops vernalis* gevangen (Zoölogisch Laboratorium Nijmegen 1967-1968, niet gepubliceerd). De verhouding fytoplankton-zoöplankton wordt hierdoor zeker niet sterk verschoven (zie beneden).

Wat betreft het fytoplankton is het mogelijk, dat de gevonden waarden aan de hoge kant zijn, en wel indien de organismen zich meer in de oppervlakkige lagen van het ven zouden ophouden; er zijn namelijk uitsluitend oppervlakte-monsters genomen. Willén (1961) toonde evenwel aan dat in Osbysjön, een klein meer met een maximale diepte van 3,5 m, de meeste fytoplankters gelijkmatig over de verschillende diepten verspreid zijn. De waargenomen hoeveelheid fytoplankton zou dan overeenkomen met de werkelijkheid.

Het fytoplankton van het Uiversnest varieert van 0,076-8,922 mg/l, met een gemiddeld gehalte van 1,672 mg/l (zie tabel 16). Het zoöplankton bedraagt slechts 0,006-0,503 mg/l, met een gemiddelde waarde van 0,101 mg/l.

Het fytoplankton levert hier 94% van het totale plankton. Ook al zijn de waarden van het zoöplankton aan de lage kant, dan zal toch steeds het fytoplankton verreweg de belangrijkste fractie van het plankton vormen.

De lage waarden van 1959 zijn o.a. te verklaren, doordat in dat jaar de voorjaarspiek van het plankton gemist is; het onderzoek begon op 7 april. Een sterke opbloei van fytoplankton is echter op grond van de weersomstandigheden (lage temperatuur in februari, weinig zon in maart) niet waarschijnlijk geweest. Uit tabel 17 blijkt dat ook in de andere seizoenen in 1959 minder plankton voorkwam. In het diepe Uiversnest heeft de grote verdamping in de zomer en herfst van 1959 weinig invloed gehad. Hiertegenover was de invloed van de verdamping in het ondiepe Meeuwenven groot, met als gevolg een grote concentratie van stoffen en een grote planktonontwikkeling.

Uit figuur 36 kan men afleiden, dat in het Meeuwenven afwisselend maxima van fytoplankton en zoöplankton voorkomen; dit doet een 'grazing effect' vermoeden. Het fytoplankton varieert van 0,052-61,317 mg/l, met een gemiddelde van 6,497 mg/l, terwijl het zoöplankton ligt tussen 0,177 en 40,110 mg/l, met een

gemiddeld gehalte van 7,900 mg/l (zie tabel 16). Daar de waarden voor 1959 ongeveer tweemaal zo hoog zijn als die voor de beide andere jaren, is het beter de cijfers voor deze twee jaren te geven. In 1960 en 1961 schommelt het fytoplankton tussen 0,052 en 18,460 mg/l, met een gemiddelde van 4,488 mg/l, terwijl het zoöplankton waarden vertoont van 0,572-40,110 mg/l, met een gemiddelde van 5,518 mg/l. Het aandeel van het fytoplankton bedraagt hier gemiddeld 45%.

2. Seizoensinvloed op de ontwikkeling van fytoplankton en zoöplankton

Om de ontwikkeling van fytoplankton en zoöplankton in de verschillende seizoenen na te gaan, zijn de uitkomsten in tabel 19 en 20 nader uitgewerkt.

tabel 19 Fytoplankton en zoöplankton per seizoen in mg/l in het Uiversnest

table 19 *Phytoplankton and zooplankton per season in mg/l in the Uiversnest*

jaar	Fytoplankton				Zooplankton			
	winter	voorjaar	zomer	herfst	winter	voorjaar	zomer	herfst
1959	—	0,563	2,668	1,614	—	0,436	0,234	0,038
1960	3,975	2,447	12,099	3,994	0,033	0,378	0,383	0,261
1961	1,315	5,656	14,305	7,384	0,107	0,700	0,324	0,430
t o t a a l	5,290	8,666	29,072	12,992	0,140	1,514	0,941	0,729
gem./monster	1,058	0,963	3,230	1,444	0,028	0,168	0,105	0,081

Uit deze tabel is af te lezen, dat zowel het fytoplankton als het zoöplankton een minimum-ontwikkeling in de winter vertonen. Het fytoplankton is het best ontwikkeld in de zomer, terwijl het zoöplankton in het voorjaar een maximum laat zien.

tabel 20. Fytoplankton en zoöplankton per seizoen in mg/l in het Meeuwenven

table 20 *Phytoplankton and zooplankton per season in mg/l in the Meeuwenven*

jaar	Fytoplankton				Zooplankton			
	winter	voorjaar	zomer	herfst	winter	voorjaar	zomer	herfst
1959	—	3,513	65,040	30,094	—	40,368	15,110	69,443
1960	11,832	6,597	21,714	7,857	3,200	4,424	48,046	18,780
1961	5,082	19,939	31,328	4,402	5,104	13,610	23,041	11,114
t o t a a l	16,914	30,049	118,082	42,353	8,304	58,402	86,197	99,337
gem./monster	—	3,339	13,120	4,705	—	6,489	9,578	11,035
1960-1961 idem	3,383	4,423	8,840	2,043	1,661	3,006	11,848	4,982

Aangezien in 1959 vooral in het Meeuwenven extreme omstandigheden heersten, zijn in tabel 20 ook de gemiddelde waarden berekend voor de beide 'normale' jaren 1960-1961. In deze jaren bereikt het fytoplankton een maximum in de

zomer en een minimum in de herfst. Het zoöplankton heeft eveneens een maximale ontwikkeling in de zomer, maar een minimale in de winter. In 1959 kwam het fytoplankton tot een maximale ontwikkeling in de zomer en herfst, terwijl in de zomer juist een minimum van het zoöplankton waargenomen werd. In dit jaar is de afwisseling van fytoplankton- en zoöplankton-maxima het duidelijkst. De grote maxima in de herfst zijn te verklaren door de sterke verdamping van het water (zie pag.70).

3. Vergelijking van de gegevens met die van Loosdrecht

Het planktongehalte van het Uiversnest is groot. Zoals op pag.72 vermeld, bedraagt het gemiddeld 65% van dat van de Loosdrechtse plassen. Een nadere uitwerking van deze gegevens is te vinden in tabel 21.

tabel 21 Fytoplankton en zoöplankton per seizoen en per monster in mg/l

table 21 *Phytoplankton and zooplankton per season and per sample in mg/l*

		Fytoplankton				Zoöplankton			
		winter	voorjaar	zomer	herfst	winter	voorjaar	zomer	herfst
Loenerveense plas	1954	0,212	1,796	2,526	1,061	0,658	1,906	1,726	0,574
2e Loosdrechtse plas	1954		1,361	4,052	1,636	—	1,861	1,765	0,640
2e Loosdrechtse plas	1955	0,867	1,175	2,884	1,901	0,160	0,435	1,264	0,742
Uiversnest	1959-1961	1,058	0,963	3,230	1,444	0,028	0,168	0,105	0,081
Meeuwenven	1959-1961	—	3,339	13,120	4,705	—	6,489	9,578	11,035
Meeuwenven	1960-1961	3,383	4,423	8,840	2,043	1,661	3,006	11,848	4,982

Het gemiddelde fytoplanktongehalte in het Uiversnest van 1959-1961 bedraagt 6,695 mg/l, dat van de Loenerveense plas in 1954 5,585 mg/l en van de 2e Loosdrechtse plas in 1955 6,827 mg/l. Het fytoplanktongehalte in het oligotrofe Uiversnest is dus ongeveer gelijk aan dat van de eutrofe Loosdrechtse plassen. Ook andere auteurs vermelden iets dergelijks (Rigler 1956, Järnefelt 1958). Het verschil in het totale planktongehalte is dus te wijten aan het geringe zoöplanktongehalte van het Uiversnest. Dit bedraagt slechts 0,382 mg/l tegen 4,864 mg/l in de Loenerveense plas in 1954 (8%) en 2,601 mg/l in de 2e Loosdrechtse plas in 1955 (15%). Het zoöplankton van het Uiversnest is dus slecht ontwikkeld, ondanks het feit dat er voldoende fytoplankton aanwezig is. Naast de lage pH (gemiddeld 3,7) kan ook het lage kalkgehalte (gemiddeld 2,7 mg/l Ca^{++}) een beperkende factor zijn voor de ontwikkeling van het zoöplankton.

Voor het Meeuwenven zijn de waarden van 1960-1961 het best vergelijkbaar, daar van 1959 het winterplankton ontbreekt en de gehalten in de zomer en herfst abnormaal groot waren. Het gemiddelde fytoplanktongehalte bedraagt er 18,689 mg/l en is 3,2x zo hoog als in de Loenerveense plas in 1954 en 2,7x zo hoog als in de 2e Loosdrechtse plas in 1955. Het zoöplankton levert 21,497 mg/l, dat wil

zeggen 3,8x zoveel als in de Loenerveense plas in 1954 en zelfs 8,2x zoveel als in de 2e Loosdrechtse plas in 1955. Zowel wat het fytoplankton als het zoöplankton betreft produceert het Meeuwenven dus zeer grote hoeveelheden plankton. Ook hier zijn de pH (gemiddeld 5,6), het kalkgehalte (gemiddeld 9 mg/l Ca^{++}) weliswaar laag, maar beide zijn iets hoger dan in het Uiversnest. Het gehalte aan fosfaat (gemiddeld 1,9 mg/l PO_4''') en ammonium (gemiddeld 10,7 mg/l NH_4^+) is daarentegen zeer hoog. Volgens Nauwerck (1966) wordt de soortensamenstelling van het plankton beïnvloed door de pH, de hoeveelheid plankton door de voedingszouten.

Het is jammer dat de kwantitatieve planktongegevens niet met die van het guanotrofe Hilversumse Wasmeer en het Leersumse Veld (Leentvaar 1967) vergeleken kunnen worden, daar door hem geen aantallen van de organismen zijn opgegeven, doch slechts een schatting van de abundantie met waarden 1-5.

C. Statistische bewerking van de gegevens

Bij de verwerking van de resultaten is in het voorgaande uitgegaan van de gemiddelde gehalten van de monsters, die in het Uiversnest afkomstig zijn van twee punten in het ven (U_1 en U_2) en in het Meeuwenven van drie punten (M_1 , M_2 en M_3).

Door het Instituut voor Wiskundige Dienstverlening van de Universiteit van Nijmegen is nagegaan of dit verantwoord is. Door toepassen van de combinatie-toets van Wilcoxon bleek, dat er voor het Uiversnest zowel voor de totale hoeveelheid fytoplankton als voor de totale hoeveelheid zoöplankton geen verschil tussen de punten U_1 en U_2 is aan te tonen. De P-waarden bedragen voor het fytoplankton in voorjaar, zomer, herfst en winter resp. 0,70; 0,70; 0,53 en 0,14; voor het zoöplankton zijn de P-waarden resp. 0,90; 0,70; 0,90 en 0,09.

Bij toepassing van de toets van Kruskal en Wallis bleek, dat er wel een verschil in de hoeveelheid plankton per seizoen aangetoond kon worden. Bij een $\chi^2 = 7,65$ en $P = 0,05$ geeft het fytoplankton in het Uiversnest een grotere ontwikkeling te zien in de zomer; dit bevestigt de gegevens in tabel 19. Een minimum-ontwikkeling van het fytoplankton in de winter is statistisch niet aan te tonen.

Het zoöplankton blijkt evenals het fytoplankton een duidelijke seizoensinvloed te ondervinden. Bij een $\chi^2 = 10,82$ en $P = 0,01$ is een maximale ontwikkeling te zien in het voorjaar en een minimale in de winter. Ook dit bevestigt de resultaten in tabel 19.

De gegevens van het Meeuwenven zijn uitsluitend getoetst met behulp van de toets van Kruskal en Wallis. Ook hier was geen verschil aan te tonen tussen de drie punten wat betreft de hoeveelheid fytoplankton en zoöplankton, waarbij elke $P \geq 0,10$.

Het verschil tussen de seizoenen was voor het fytoplankton net niet aantoonbaar: $\chi^2 = 5,74$, $P = 0,13$, hoewel uit de cijferreeks een tendens te zien is naar een maximale ontwikkeling in de zomer. Het aantal waarnemingen is waarschijnlijk juist iets te klein geweest. Bij het zoöplankton bedroeg de $\chi^2 = 6,80$ en $P = 0,08$. Een duidelijk verschil tussen de seizoenen is hier evenmin aan te tonen. Er is echter wel een zogenaamd aanwijzend aantoonbaar verschil, dat wil zeggen er is een aanwijzing, dat er een minimale ontwikkeling te zien is in de winter. Vergelijken wij deze gegevens met die van tabel 20, dan blijkt dat slechts een maximale ontwikkeling van fytoplankton in de zomer en een minimale ontwikkeling van zoöplankton in de winter enigszins betrouwbare conclusies zijn.

Meer exacte toetsen kunnen niet toegepast worden, daar er een te grote spreiding voorkomt binnen de getallen van een reeks.

Voor de totale hoeveelheid fytoplankton en zoöplankton bestaat er dus geen aanwijsbaar verschil tussen de diverse monsterplaatsen in een ven. Dit wil echter niet zeggen, dat deze verschillen er niet zijn. De spreiding in de aantallen van de drie monsters van een punt is echter zo groot, dat het onmogelijk is verschillen tussen de verschillende monsterplaatsen aan te tonen. Door middel van de trefkanswaarden van de kwantitatief belangrijkste soorten zal nu worden nagegaan in hoeverre deze verschillen toch reëel zijn.

D. Soortencombinaties in beide vennen

1. Soortencombinaties bepaald door middel van trefkanswaarden

In het Uiversnest zijn circa 54 en in het Meeuwenven circa 76 planktonsoorten gevonden. Wij kunnen ons thans afvragen welke soorten hiervan regelmatig in één of in beide vennen aangetroffen worden. Dit is nagegaan aan de hand van de planktonlijsten. Van de eerstgenoemde 10 soorten van elke lijst, dat zijn dus de soorten met het grootste populatievolume (zie tabel 1 en 2), werd de zogenaamde trefkanswaarde bepaald volgens de methode van Dresscher (1964).

Indien een soort in minder dan 20% van het aantal waarnemingen aangetroffen is, krijgt deze een trefkanswaarde 1, van 20-39% trefkanswaarde 2, van 40-59% trefkanswaarde 3, van 60-79% trefkanswaarde 4, van 80-100% trefkanswaarde 5. Dresscher houdt daarbij geen rekening met de biomassa der soorten. In dit geval is dus wel rekening gehouden met de biomassa der soorten: van de 130 soorten zijn er slechts 56 bij de berekening van de trefkanswaarde betrokken.

Wanneer een soort meer dan eenmaal op de lijst voorkwam, omdat deze in verschillende stadia of afmetingen afzonderlijk geteld is, werd ze slechts eenmaal meegerekend.

Uit tabel 22 blijkt, dat er maar enkele soorten in beide vennen voorkomen. Het juiste aantal is moeilijk te geven, daar de bacteriën, μ -algen, Ciliaten en *Trachelomonas* niet tot op de soort gedetermineerd zijn. De naupliën in het Uiversnest

tabel 22 Trefkanswaarden van dominante soorten
table 22 Probability of encounter of dominant species

	U ₁	U ₂	M ₁	M ₂	M ₃		U ₁	U ₂	M ₁	M ₂	M ₃
Bacterien	5	5	5	5	4	Protozoa	1	0			
Nauplien	4	4	2	2	2	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>			4	4	5
μ -algen ϕ 2 μ	3	2	4	3	3	<i>Chlamydomonas</i> species			3	3	3
μ -algen ϕ 3 μ	2	3	4	3	2	<i>Cyclops strenuus</i>			3	3	3
<i>Synchaeta pectinata</i>	2	3	2	2	2	<i>Keratella quadrata</i>			3	3	3
μ -algen ϕ 1 μ	1	1	2	1	1	<i>Daphnia longispina</i>			2	2	2
Ciliata	1	1	1	1	1	<i>Peridinium</i> species			2	2	2
<i>Chydorus sphaericus</i>	1	1	1	1	1	<i>Scenedesmus quadricauda</i>			2	2	2
<i>Trachelomonas</i> species	1	1	1	1	1	<i>Kirchneriella lunaris</i>			2	2	2
<i>Brachionus angularis</i>	0	1	1	1	1	<i>Crucigenia quadrata</i>			1	2	2
						<i>Daphnia pulex</i>			1	2	2
<i>Cryptomonas erosa</i>	5	5				<i>Selenastrum minutum</i>			2	2	1
<i>Dinobryon divergens</i>	5	5				<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			2	1	1
<i>Peridinium inconspicuum</i>	5	5				<i>Brachionus quadridentatus</i>			1	1	1
<i>Synura uvella</i>	4	5				<i>Chroococcus dispersus</i>			1	1	1
<i>Mougeotia</i> species	4	4				<i>Chroococcus limneticus</i>			1	1	1
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	4	3				<i>Dictyosphaerium</i>					
<i>Gymnozyga brébissoni</i>	3	3				<i>pulchellum</i>			1	1	1
<i>Keratella serrulata</i>	2	2				<i>Phacus pleuronectes</i>			1	1	1
<i>Strombidium</i> cf. viride	2	1				<i>Scenedesmus bicellularis</i>			1	1	1
<i>Arcella vulgaris</i>	1	2				<i>Spirogyra</i> species			1	1	1
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	1	1				Diatomeae			1	1	0
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	1	1				<i>Filinia</i> cf. brachiata			0	1	1
<i>Cosmarium</i> species	1	1				<i>Tetradron trigonum</i>			0	1	1
<i>Eunotia lunularis</i>	1	1				<i>Asplanchna priodonta</i>			0	1	0
<i>Lepadella</i> species	1	1				<i>Crucigenia rectangularis</i>			1	0	0
<i>Penium minutum</i>	1	1				<i>Euglena</i> species			0	0	1
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	1	1				<i>Phacus longicauda</i>			0	0	1
<i>Closterium acerosum</i>	1	0				<i>Pinnularia</i> species			1	0	0
<i>Pinnularia</i> cf. microstauron	0	1				<i>Stauroneis anceps</i>			1	0	0
<i>Polyphemus pediculus</i>	1	0									

behoren tot *Acanthocyclops vernalis*, die van het Meeuwenven tot *Cyclops strenuus* en *Eudiaptomus vulgaris*. Er is dus een duidelijk verschil in de soorten-combinatie van beide vennen. In het Uiversnest alleen komen ruim 20 eigen soorten voor, voor het Meeuwenven zijn tenminste 28 eigen soorten in de tabel opgenomen.

Toch zijn er slechts weinig soorten met een hoge trefkanswaarde. Soorten met een trefkanswaarde 5 vinden vrijwel het gehele jaar min of meer optimale voorwaarden voor hun bestaan. Dit is in het Uiversnest gesignaleerd voor *Cryptomonas erosa*, *Dinobryon divergens* en *Peridinium inconspicuum* op beide monsterplaatsen, voor *Synura* alleen op monsterplaats 2. In het Meeuwenven bereikt slechts *Eudiaptomus vulgaris* deze waarde en wel alleen op monsterplaats

tabel 23 Trefkanswaarden in de verschillende jaren
table 23 *Probability of encounter in different years*

	U ₁			U ₂			M ₁			M ₂			M ₃		
	1959	1960	1961	1959	1960	1961	1959	1960	1961	1959	1960	1961	1959	1960	1961
Bacterien	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4
Nauplien	4	4	5	4	4	5	2	2	1	3	2	1	4	2	1
μ -algen ϕ 3 μ	2	3	2	4	3	2	5	4	2	3	3	3	1	4	1
μ -algen ϕ 2 μ	2	3	2	2	3	2	5	3	3	3	3	3	3	4	3
Synchaeta pectinata	2	0	4	3	1	4	2	2	1	4	2	1	3	3	1
Cryptomonas erosa	5	5	5	5	5	5									
Dinobryon divergens	5	4	5	5	4	5									
Pendinium inconspicuum	4	5	5	5	5	5									
Synura uvella	4	5	4	5	5	4									
Mougeotia species	3	5	4	4	5	3									
Acanthocyclops vernalis	4	3	4	2	3	4									
Gymnozyga brébissonii	5	3	0	5	2	0									
Keratella serrulata	3	2	2	2	2	1									
Eudiaptomus vulgaris							4	3	5	5	3	5	5	3	5
Cyclops strenuus							2	4	3	3	4	3	2	4	3
Keratella quadrata							4	2	3	5	2	3	3	2	5
Chlamydomonas species							2	2	4	2	2	4	3	2	3
Pendinium species							2	2	2	3	2	2	2	2	2
Daphnia longispina							1	3	2	2	2	2	2	3	2
Daphnia pulex							0	2	2	2	2	2	3	1	3
Aantal monsters	10	12	11	10	12	11	8	12	11	5	12	11	6	12	11

3. Bij de waarde 4 komen de soorten niet het gehele jaar voor of is het aantal individuen te gering, zodat deze soorten niet tot de eerste 10 van de lijst behoren. Ook het aantal soorten met een trefkanswaarde 4 is gering: deze komt behalve bij *Eudiaptomus vulgaris* en *Synura uvella* bij naupliën van *Acanthocyclops vernalis* en *Mougeotia* in het Uiversnest voor. Soorten met een lagere trefkanswaarde kunnen alleen in een bepaalde tijd van het jaar aanwezig zijn en dan toch enige tijd een belangrijk deel van de biocoenose uitmaken, of het gehele jaar in zo'n gering aantal voorkomen, dat zij niet regelmatig worden opgemerkt.

Dresscher (1964) meent, dat het biologisch karakter van de waarnemingsplaats bepaald wordt door soorten met een hoge trefkanswaarde. Hoe geringer de milieuwisselingen in de loop van de tijd, des te groter is het aantal regelmatig voorkomende soorten. Het is volgens hem waarschijnlijk dat plaatsen met milieuwisselingen een groot aantal soorten te zien geven, waarvan slechts weinige een hoge trefkanswaarde bereiken. De gegevens van deze vennen bevestigen deze indruk.

Gezien het geringe aantal monsters per ven is enige spreiding in de trefkanscijfers te verwachten. Wij mogen daarom concluderen, dat er ook op deze manier geen verschil is aan te tonen tussen de beide monsterplaatsen van het Uiversnest. Ook in het Meeuwenven is er geen duidelijk onderscheid tussen de drie monsterplaatsen.

Tabel 23 is opgesteld om na te gaan of er grote verschillen bestaan tussen de drie jaren, waarin het onderzoek verricht werd. Hierin zijn voor de soorten met trefkanswaarde 3 en hoger en tevens voor *Daphnia longispina* en *D. pulex* (omdat zij een enkele maal kwantitatief een grote betekenis hebben) de trefkanswaarden per jaar weergegeven. Gezien het geringe aantal monsters is ook in dit geval enige spreiding in de waarden te verwachten. Een duidelijke daling vertoont in het Uiversnest *Synchaeta pectinata*, welke in 1960 vrijwel ontbreekt, en *Gymnozyga brébissonii*, die vanaf mei 1960 nauwelijks meer gevonden werd. De toename van naupliën van *Acanthocyclops vernalis* in 1961 is niet gecorreleerd met een toename van copepodieten en volwassen dieren.

In het Meeuwenven weerspiegelen de cijfers meer variaties als gevolg van schommelingen in milieufactoren. Ook hier is de afnemende tendens bij de naupliën niet gecorreleerd met eenzelfde tendens bij copepodieten en adulten. In dit geval betreft dit *Cyclops* en *Eudiaptomus*; deze geven zelf een onderlinge afwisseling te zien.

In het algemeen zijn er geen opvallend grote verschillen in de planktonsamenstelling in de verschillende jaren.

Op grond van deze gegevens kunnen de volgende soortencombinaties opgesteld worden: zie tabel 24.

tabel 24 Soortencombinaties op basis van de trefkanswaarden
table 24 *Assemblages based on probability of encounter*

<i>Uiversnest</i>	<i>Meeuwenven</i>
<p><i>Cryptomonas erosa</i> <i>Peridinium inconspicuum</i> <i>Dinobryon divergens</i> <i>Synura uvella</i> Naupliën van <i>Acanthocyclops</i> <i>Mougeotia species</i> <i>Gymnozyga brébissonii</i> <i>Acanthocyclops vernalis</i> μ-algen <i>Synchaeta pectinata</i> <i>Keratella serrulata</i></p>	<p><i>Eudiaptomus vulgaris</i> μ-algen <i>Keratella quadrata</i> <i>Cyclops strenuus</i> <i>Chlamydomonas species</i> <i>Daphnia longispina</i> <i>Peridinium species</i> <i>Synchaeta pectinata</i> Naupliën van <i>Cyclops</i> + <i>Eudiaptomus</i> <i>Daphnia pulex</i></p>

2. Soortencombinaties bepaald door middel van dominante organismen

Bij de berekening van de trefkanswaarde speelt vooral de frequentie van de soorten een rol. De milieu-omstandigheden uiteten zich echter ook in de onderlinge aantalsverhoudingen van de individuen. Daarom zijn de soortencombinaties nogmaals bepaald volgens een andere sociologische methode, namelijk die van de dominantie der soorten. Thunmark (1945) meent dat het voldoende is om één fyto- en één zoöplankter als dominante soort te vermelden om de biocoenose te karakteriseren. Eventueel kan men daarnaast een of meer subdominanten opgeven. Evenals voor het Chlorococcales/Desmidiaceae-quotiënt (zie p.66) moet dit volgens hem alleen voor de zomer berekend worden. Om dit na te gaan, is in tabel 25 de dominantie, uitgedrukt in volume-procenten van het fyto- respectievelijk zoöplankton, berekend voor de verschillende seizoenen en voor meer soorten.

Onder de fytoplankters van het Uiversnest is *Dinobryon divergens* dominant in voorjaar en zomer, *Cryptomonas erosa* in de herfst en *Synura uvella* in de winter. *Peridinium inconspicuum* komt het gehele jaar in vrijwel gelijke percentages voor en is hoogstens subdominant. Indien men de dominantie alleen in de zomer bestudeert, komen de nu geconstateerde verschillen niet naar voren! Hetzelfde beeld vertoont het zoöplankton. Naupliën van *Acanthocyclops vernalis* zijn dominant in zomer en herfst, copepodieten en volwassen *Acanthocyclops* echter in de winter. Bij de Rotatoria is *Keratella serrulata* dominant in het voorjaar, *Synchaeta pectinata* heeft een maximale ontwikkeling in het najaar en is dan subdominant.

In het Meeuwenven zijn de variaties nog veel groter. Gezien de afwijkende klimaatsinvloed in de zomer en herfst van 1959, zijn de jaren 1960-1961 ook afzonderlijk vermeld. Het grootste verschil geven *Dictyosphaerium pulchellum*, die in de zomer, en *Kirchneriella lunaris*, die in de herfst van 1959 domineerden.

tabel 25 Dominantie van planktonsoorten in volume-procenten, berekend per seizoen
table 25 Dominant plankton species in volume percentages, calculated per season

Uiversnest	winter		voorjaar		zomer		herfst	
Fytoplankton								
Dinobryon divergens	2		29		38		16	
Cryptomonas erosa	3		26		25		39	
Peridinium inconspicuum	23		26		22		17	
Synura uvella	63		1		11		23	
	91		82		96		95	
Zooplankton								
Nauplien van Acanthocyclops	20		19		41		52	
Keratella serrulata	4		42		8		0	
Synchaeta pectinata	8		7		19		36	
Acanthocyclops vernalis	46		9		8		8	
	78		77		76		96	
Meeuwenven	winter		voorjaar		zomer		herfst	
	'59-'61	'60-'61	'59-'61	'60-'61	'59-'61	'60-'61	'59-'61	'60-'61
Fytoplankton								
Dictyosphaerium pulchellum	0	1	0	50	0	0	0	0
Kirchnerella lunaris	5	0	0	2	5	47	15	
Chlamydomonas species	38	44	48	5	11	2	9	
Peridinium species	22	36	41	0	0	0	0	
μ -algen	14	9	3	11	9	32	34	
Chroococcus dispersus + C limneticus	0	1	1	14	32	0	0	
	79	91	93	82	57	81	58	
Zooplankton								
Eudiaptomus vulgaris	60	10	15	59	58	94	77	
Keratella quadrata	10	63	18	1	0	1	5	
Daphnia longispina + D. pulex	1	11	36	31	32	1	4	
Cyclops strenuus	3	6	13	5	6	2	7	
	74	90	82	96	96	98	93	

Bij *Chlamydomonas* species en *Peridinium* species valt de maximale ontwikkeling in het voorjaar, zij zijn echter ook in de winter dominant respectievelijk subdominant. In 1960-1961 zijn *Chroococcus dispersus* en *C. limneticus* dominant in de zomer, μ -algen in de herfst. Bij het zooplankton blijft *Eudiaptomus vulgaris* dominant, behalve in het voorjaar. Uit de verschillen tussen 1959-1961 en

1960-1961 blijkt, dat in 1959 *Keratella quadrata* in het voorjaar als dominant optrad, van 1960-1961 *Daphnia longispina* en *D. pulex*. Het afwisselen van de dominante soorten in de verschillende seizoenen hangt samen met verschillen in levenscyclus en met kortdurende veranderingen in het milieu.

Een vergelijking van tabel 24 en 25 laat zien, dat er een grote overeenkomst is in het resultaat van beide methoden. De soortenlijst van tabel 24 wijkt in geringe mate van die van tabel 25 af, omdat enkele soorten een te geringe biomassa bezitten en dus kwantitatief van minder betekenis zijn. De soortencombinatie in tabel 24 voor het Meeuwenven past het best bij de dominantie in de jaren 1960-1961.

3. Bepaling van het planktontype aan de hand van de voorgaande gegevens

In het Uiversnest wordt het fytoplankton gekarakteriseerd door de volgende associatie: *Dinobryon divergens* - *Synura uvella* - *Cryptomonas erosa* - *Peridinium inconspicuum*. Deze gemeenschap komt overeen met het Chrysophyceae-type volgens Hutchinson (1967) en is kenmerkend voor oligotroof water. Het oligotrofe karakter wordt nog versterkt door het vrijwel ontbreken van groepen als Cyanophyceae, Chlorophyceae en Euglenophyta. Bij het zoöplankton zijn de Cladocera kwantitatief van geen betekenis. Slechts *Keratella serrulata* is karakteristiek voor zuur, oligotroof water, de beide andere soorten komen ook in eutroof water voor.

In het Meeuwenven zijn vooral Chlorophyceae dominant. De soortensamenstelling benadert het best het eutrofe Chlorococcales-type volgens Hutchinson (1967). Daar deze als dominante soorten echter *Pediastrum* of *Scenedesmus* opgeeft, die in dit ven ontbreken of slecht ontwikkeld zijn, duidt dit laatste waarschijnlijk op een matige trofie.

In de Loenerveense plas, als voorbeeld van duidelijk eutroof water, bedroeg in 1954 het aandeel van de Chlorophyceae 39%, dat der Cyanophyceae 38% en dat van de Diatomeae 11%. Het eutrofe karakter komt bij de Chlorophyceae naar voren door het grote aantal soorten *Pediastrum* (6) en *Scenedesmus* (6). Bij de Cyanophyceae vertoonde *Microcystis aeruginosa* in de zomer waterbloei.

Alle drie hoofdgroepen van het zoöplankton zijn in het Meeuwenven vertegenwoordigd met één dominante soort, waardoor deze in staat is zijn habitat optimaal te benutten (Pennak 1957).

4. Nadere karakterisering van de trofie van het Meeuwenven

Men kan zich afvragen of het Meeuwenven eutroof genoemd kan worden of dat een term als mesotroof of metatroof het milieu beter karakteriseert. Op p.23 kwam deze vraag reeds naar voren. Leentvaar (1958) gebruikt de term mesotroof voor een permanent milieu, dat bijvoorbeeld door de chemische samenstelling van

de bodem tot stand wordt gebracht en in stand gehouden. In het Meeuwenven zijn door de eutrofiering grote hoeveelheden fosfaat in het bodemmateriaal gebracht en hiern opgeslagen. Hierdoor blijft het ven zijn eutrofe karakter behouden, ook al wijzen de chemische analyses erop, dat het water 's winters minder eutroof is. Dit laatste zou erop duiden, dat het ven een gestoord milieu is, waarvoor Leentvaar (1958) de term metatroof gebruikt. Zulk water bevat geen eigen planktonorganismen, maar een combinatie van eutrofe en oligotrofe soorten. Dit is in het Meeuwenven inderdaad het geval. Schroevers (1966a) karakteriseert een metatroof milieu als soortenarm, met een relatief belangrijk aandeel enerzijds van Cyanophyceae en anderzijds van ten dele of volledig heterotrofe micro-organismen. Een tweede kenmerk is een sneller wisselen van abundantie en dominantie van verschillende soorten.

Het aantal waargenomen soorten is inderdaad niet groot, daar er in eutroof water meestal twee- à driemaal zoveel voorkomen. Het aandeel van de Cyanophyceae is echter gering. Uit tabel 23 en 25 blijkt tevens een snelle wisseling van abundantie en dominantie van de belangrijkste soorten. Of men op grond van deze feiten de term metatroof mag gebruiken, valt te betwijfelen, daar duidelijke storingsindicatoren (Schroevers 1966b, Leentvaar 1967) niet gevonden werden.

E Het aandeel van de kwantitatief belangrijkste soorten en de invloed van jaarcyclus op de biomassa van het plankton

1. Het aandeel van de kwantitatief belangrijkste soorten

Voor het Uiversnest is het aandeel van de in tabel 24 genoemde fytoplankters weergegeven in tabel 26.

tabel 26 Aandeel van fytoplankters in mg/l en gewichtspercentage van het totale fytoplankton in het Uiversnest

table 26 Rate of phytoplankton organisms in mg/l and percentage of weight of the total phytoplankton in the Uiversnest

	mg/l				%			
	1959	1960	1961	gem.	1959	1960	1961	gem.
Cryptomonas erosa	1,022	8,711	5,385	5,039	18	38	18	25
Dinobryon divergens	0,364	3,871	10,410	4,869	7	17	36	23
Peridinium inconspicuum	1,533	2,589	8,310	4,144	28	11	29	22
Synura uvella	0,818	4,916	3,475	3,070	15	21	12	16
Mougeotia species	0,991	2,079	0,411	1,160	18	9	1	6
µ-algen	0,099	0,379	0,394	0,291	1,8	1,7	1,3	1,5
Gymnozyga brébissonii	0,460	0,092	0	0,184	8	0,4	0	1

De biomassa van het fytoplankton wordt vooral gevormd door de eerste vier soorten van de tabel. Deze is per soort en per jaar minder constant dan de gemiddelde cijfers laten zien (zie tabel 25) De biomassa van alle soorten was in 1959 duidelijk kleiner, de enige verklaring hiervoor is dat gegevens van het voorjaar ontbreken.

tabel 27 Aandeel van zooplankters in mg/l en gewichtspercentage van het totale zooplankton in het Uiversnest

table 27 Rate of zooplankton organisms in mg/l and percentage of weight of the total zooplankton in the Uiversnest

	mg/l				%			
	1959	1960	1961	gem	1959	1960	1961	gem
Nauplien								
van Acanthocyclops	0,194	0,513	0,389	0,365	27	45	26	33
Keratella serrulata	0,221	0,145	0,457	0,274	31	13	30	25
Synchaeta pectinata	0,106	0,013	0,459	0,193	15	1	30	17
Acanthocyclops vernalis (copepodieten + adulten)	0,087	0,117	0,143	0,116	12	10	9	10

Het aandeel van de zooplankters van het Uiversnest is af te lezen uit tabel 27. Ook hier vertoont de biomassa per soort en per jaar grote schommelingen. *Keratella serrulata* en *Synchaeta pectinata* hadden in 1959 een grotere biomassa dan in 1960

tabel 28 Aandeel van de fytoplankters in mg/l en gewichtspercentage van het totale fytoplankton in het Meeuwenven

table 28 Rate of phytoplankton organisms in mg/l and percentage of weight of the total phytoplankton in the Meeuwenven

	mg/l				%			
	1959	1960	1961	gem	1959	1960	1961	gem
Chlorophyceae	98,182	24,849	39,168	54,066	98	51	66	72
Chroococcus dispersus								
+ C. limneticus	0,268	7,280	10,480	6,019	0,3	15	17	11
Peridinium species	0,280	8,179	6,228	4,896	0,3	17	10	9

In tabel 28 is de biomassa van het fytoplankton van het Meeuwenven opgenomen, waarbij de Chlorophyceae als groep beschouwd zijn. Op de afzonderlijke soorten wordt nog nader ingegaan. Het aandeel van de Chlorophyceae als groep wisselt sterk van jaar tot jaar. In 1959 overheersten de Chlorophyceae zo sterk, dat de beide *Chroococcus*-soorten en *Peridinium* nauwelijks gezien werden.

Tenslotte geeft tabel 29 het aandeel van de zooplankters van het Meeuwenven. De wisselingen in biomassa per soort en per jaar zijn bijzonder groot.

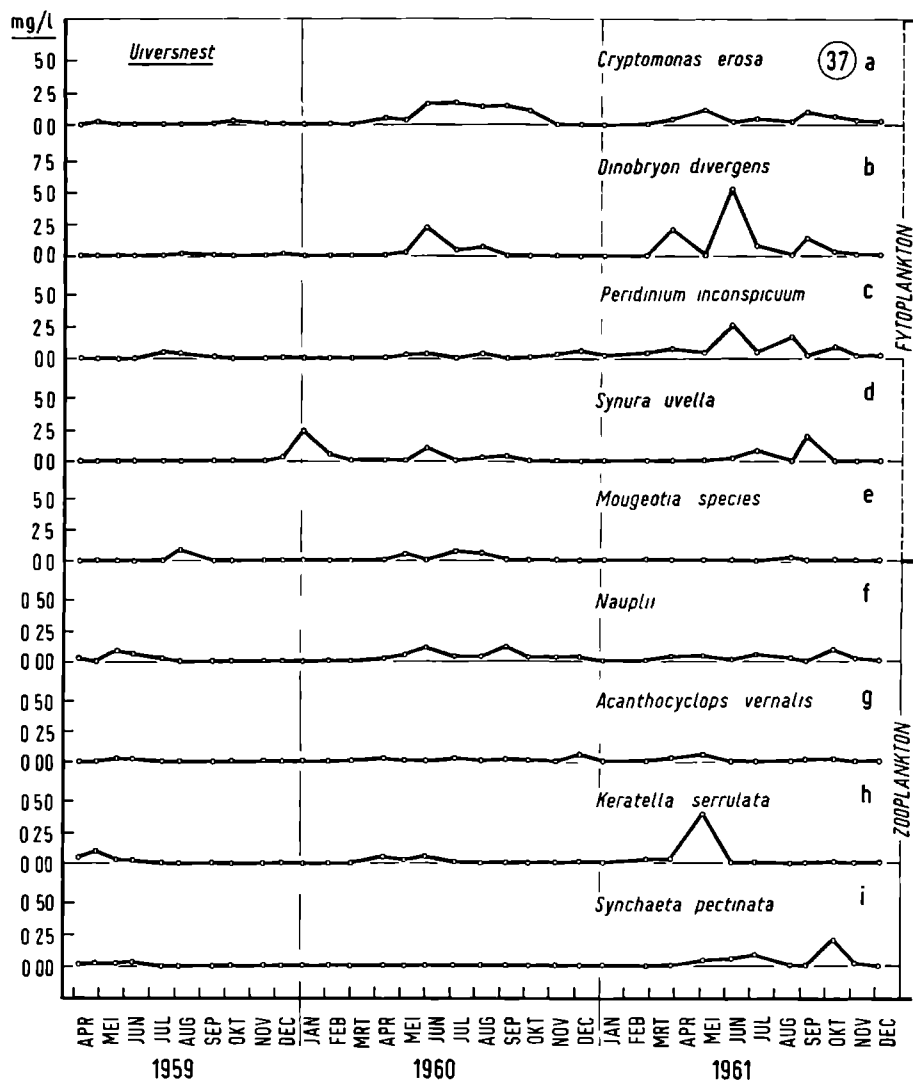


fig 37 Biomassa, berekend als natgewicht, van de belangrijkste fytoplankters in het Uiversnest
 Biomass, calculated as wet weight, of the most important phytoplankton organisms in
 the Uiversnest

tabel 29 Aandeel van zoöplankters in mg/l en gewichtsperscentage van het totale zoöplankton in het Meeuwenven

table 29 Rate of zooplankton organisms in mg/l and percentage of weight of the total zooplankton in the Meeuwenven

	mg/l				%			
	1959	1960	1961	gem.	1959	1960	1961	gem.
<i>Eudiptomus vulgaris</i>	80,211	41,650	32,540	51,467	63	55	63	60
<i>Keratella quadrata</i>	33,950	0,977	5,288	13,405	27	1	10	16
<i>Daphnia longispina</i> + <i>D. pulex</i>	4,783	25,342	6,166	12,097	4	33	12	14
<i>Cyclops strenuus</i>	1,403	4,127	5,194	3,575	1	5	10	4
<i>Synchaeta pectinata</i>	3,594	1,495	2,381	2,490	3	2	5	3

2. Invloed van jaarcyclus op de biomassa van het plankton

De verschillen in biomassa per soort en per ven zijn het best te analyseren aan de hand van de grafieken van de afzonderlijke soorten. Hierin is de biomassa van de soorten in mg/l weergegeven en niet in aantallen individuen, omdat zij op deze manier beter vergelijkbaar zijn. Voor het Uiversnest zijn deze te vinden in figuur 37. Voor *Cryptomonas erosa* (fig.37a) laten vooral de curven van 1960 en 1961 zien, dat deze soort in de winter niet voorkomt. In 1960 had zij een maximale ontwikkeling in de zomer, in 1959 en 1961 maxima in voorjaar en najaar. Volgens Findenegg (1943) ligt de optimale temperatuur voor *Cryptomonas erosa* tussen 12 en 15°C, waardoor deze soort in voorjaar en herfst een maximale ontwikkeling heeft. Dit is in overeenstemming met de gegevens van 1959 en 1961, maar is in tegenstelling met die van 1960. *Dinobryon divergens* (fig.37b) was in 1959 nauwelijks aanwezig; misschien is de voorjaarspiek juist gemist. In 1960 kwam één maximum voor in de zomer, in 1961 één continu maximum van voorjaar tot herfst. Findenegg (1943) vond deze soort elk voorjaar in de bovenste lagen van de Wörthersee. Hij veronderstelt daarom, dat *Dinobryon divergens* veel licht en lage temperatuur nodig heeft voor zijn ontwikkeling. Skuja (1956) en Willén (1961) vermelden juist een dominantie vooral in zomer en herfst. Uit onderzoek van Rodhe (1948) blijkt echter, dat *Dinobryon divergens* geremd wordt door een fosfaatgehalte $> 0,005 \text{ mg/l P. PO}_4 = > 0,015 \text{ mg/l PO}_4'''$. In het Uiversnest komt inderdaad zeer weinig fosfaat voor (de cijfers in tabel 7 zijn te hoog, omdat het water niet gefiltreerd werd).

Peridinium inconspicuum (fig.37c) kwam in 1959 en 1960 tot een zwakke, in 1961 tot een sterke ontwikkeling met maxima in de zomer. In het algemeen komen Dinoflagellaten in zomer en herfst voor. *Synura uvella* (fig.37d) was in 1959 nauwelijks aanwezig. In 1960 had deze twee pieken, waarvan de grootste in de winter (90% van het totale plankton vormend) en een kleine aan het eind van

het voorjaar. In 1961 lag het maximum in het najaar. Volgens Skuja (1956) is *Synura uvella* min of meer een koud-water-vorm, die weinig licht nodig heeft. De geringe fytoplankton-biomassa in 1959 is dus waarschijnlijk te wijten aan het ontbreken van de voorjaarspiek van *Dinobryon divergens* en *Synura uvella*. *Mougeotia* (fig.37e) werd vooral in de zomer gevonden. De gegevens van *Gymnozyga brébissonii* en μ -algen zijn alleen in tabel 26 verwerkt, daar hun aandeel slechts gering is. De eerstgenoemde werd vanaf eind mei 1960 in het geheel niet meer waargenomen. Hiervoor is geen verklaring te geven. In 1959 werden weinig μ -algen gevonden, in 1960 kwam een maximum voor op 8 augustus. In 1961 werden twee maxima waargenomen, één op 3 januari en een tweede op 6 juni. Lund (1961) rekent tot de μ -algen cellen met een afmeting $< 15 \mu$; hierbij vindt hij een minimum van december tot februari en een maximum van maart tot april, waarna het aantal cellen geleidelijk afneemt. Gezien de waarnemingen van Rodhe (1955) is het voorkomen van μ -algen in de winter niet onwaarschijnlijk.

Het zoöplankton is in het Uiversnest kwantitatief van weinig belang. Slechts drie soorten spelen enigszins een rol (zie figuur 37). Niettegenstaande het feit, dat naupliën (fig.37f) overdag duidelijk minder aan het oppervlak voorkomen dan 's nachts (Zoölogisch Laboratorium Nijmegen, niet gepubliceerd), leveren zij toch de grootste biomassa van het zoöplankton. Bij de overgang van nauplius- naar copepodiet-stadium komt een zeer groot deel van de dieren om, waardoor het aantal copepodieten en adulten van *Acanthocyclops vernalis* (fig.37g) gering is. Bovendien vangt men ook deze stadia minder als gevolg van het dag-nacht-ritme. Het maximum van de naupliën ligt in de zomer en vroege herfst. Maxima van copepodieten en adulten worden vooral geleverd door de jongste copepodiet-stadia (7-10 ind./l).

Ook de Rotatoria *Keratella serrulata* (fig.37h) en *Synchaeta pectinata* (fig.37i) zijn van enige betekenis, daar zij een enkele maal een aanzienlijk deel van het zoöplankton uitmaken. *Keratella serrulata* vormde op 28-4-1959 met 190 ind./l 70%, op 2-5-1961 met 800 ind./l 80% van het totale zoöplankton. *Synchaeta pectinata* vertoonde een maximale ontwikkeling in de zomer en herfst van 1961; op 4 juli maakten 60 ind./l 50% en op 10 oktober 96 ind./l 70% van het totale zoöplankton uit.

Figuur 38 geeft het fytoplankton in het Meeuwenven weer. Opvallend is de sterke ontwikkeling van de Chlorophyceae (fig.38a), met name in 1959. Op 9-6-1959 vormde *Dictyosphaerium pulchellum* 96% van het totale Chlorophyceae-gehalte; daarna werd deze in het geheel niet meer waargenomen. Dit verklaart waarom deze soort niet in de soortencombinatie berekend naar de trefkanswaarde (tabel 24) voorkomt en wel in die bepaald op grond van de dominante soorten (tabel 25).

Het Chlorophyceae-bestand wordt gevormd door verscheidene soorten, o.a.

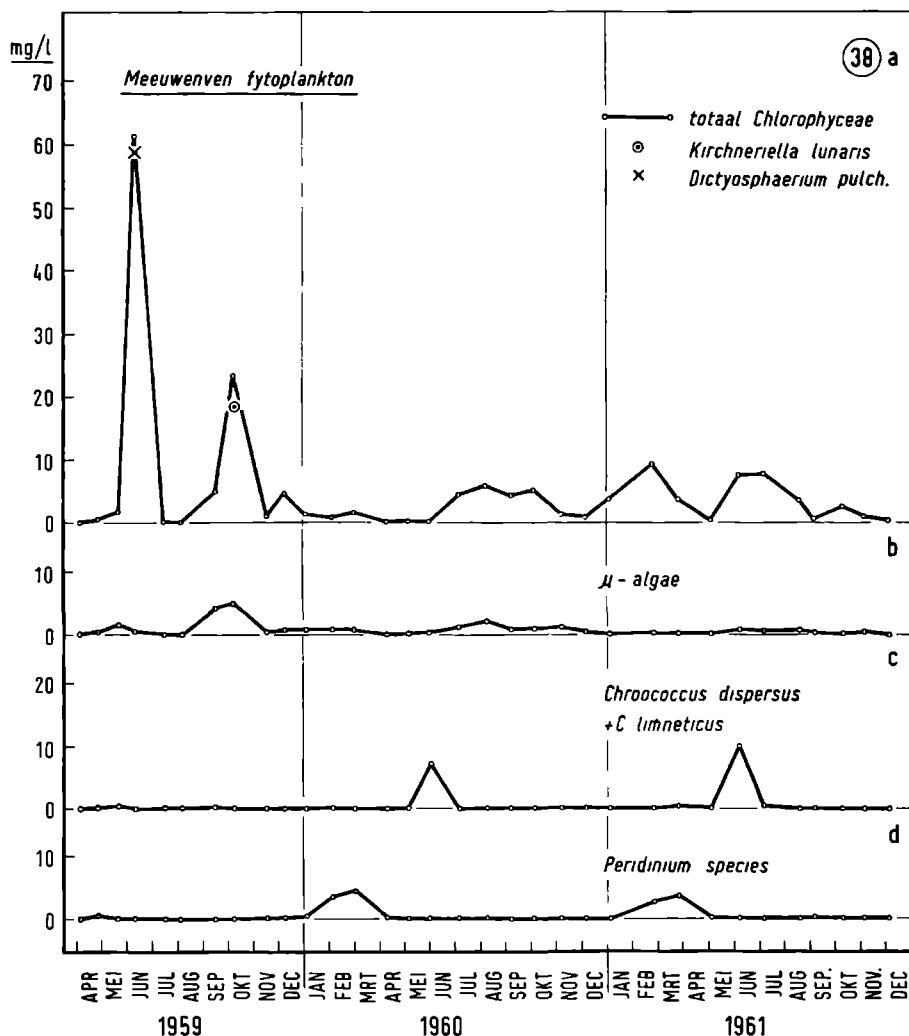


fig.38 Biomassa, berekend als natgewicht, van de belangrijkste fytoplankters in het Meeuwenven
 Biomass, calculated as wet weight, of the most important phytoplankton organisms in the Meeuwenven

Kirchneriella lunaris. Deze leverde op 6-10-1959 77% van het totale Chlorophyceae-plankton en werd daarna nog regelmatig aangetroffen, echter nooit meer in zulke grote aantallen. De μ -algen (fig.38b) maken gemiddeld 12% van het volume van alle Chlorophyceae uit. Tot de overige soorten die kwantitatief van enige betekenis zijn, behoren *Ankistrodesmus falcatus*, *Crucigenia quadrata*, *C. rectangularis*, *Elakatothrix gelatinosa* en *Scenedesmus*-soorten. De Chlorophyceae vormen dus verreweg het grootste deel van het fytoplankton in het Meeuwenven.

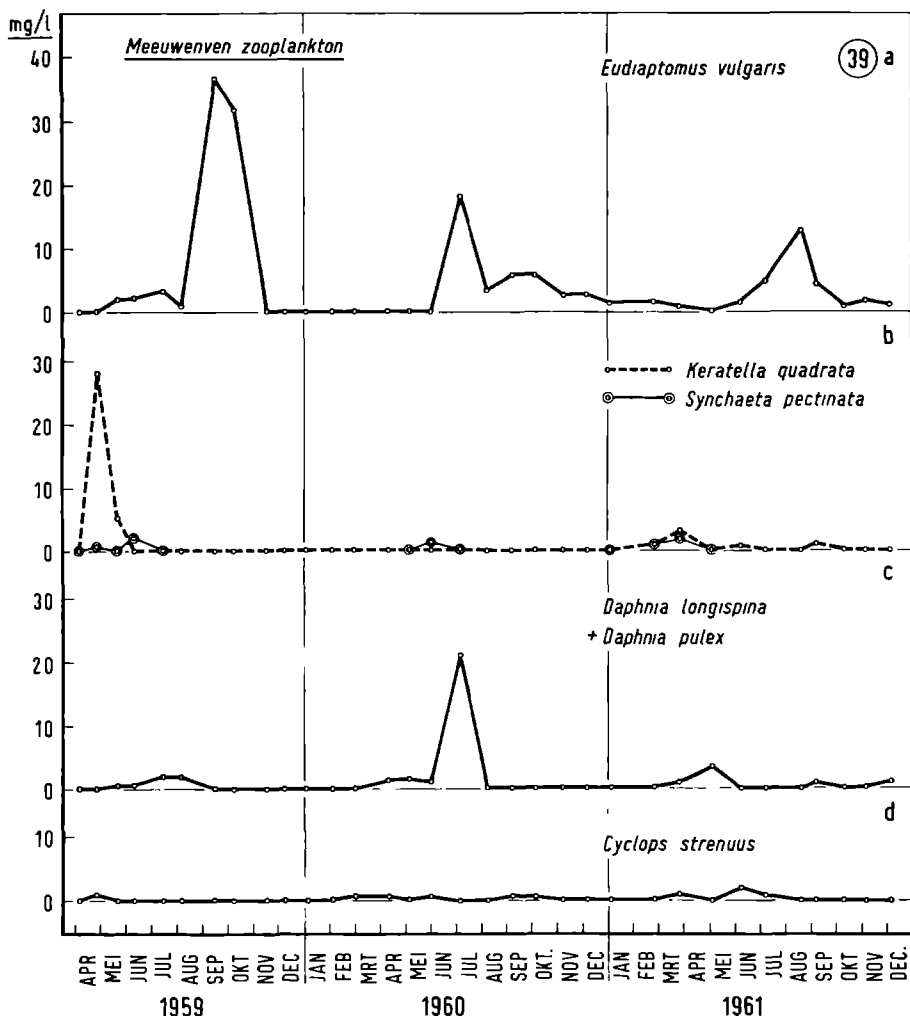


fig.39 Biomassa, berekend als natgewicht, van de belangrijkste zoöplankters in het Meeuwenven
 Biomass, calculated as wet weight, of the most important zooplankton organisms in the Meeuwenven

Een uitzondering hierop gaf het monster van 3-5-1960, toen *Spirogyra* species 95% van het totale fytoplankton uitmaakte. Deze soort was echter weer snel verdwenen en leverde eind mei nog slechts 16% van het totale fytoplankton, waarna ze niet meer gevonden werd.

Chroococcus dispersus en *C. limneticus* (fig.38c) vertonen in de zomer van 1960 en 1961 een duidelijke piek; in 1959 werden zij overheerst door de Chlorophyceae. Uit onderzoek van Lefèvre, Jakob & Nisbet (1952) blijkt, dat dit vooral in

kleine, eutrofe plassen vaak voorkomt. *Peridinium* species (fig.38d) laat een maximum zien in het voorjaar van 1960 en 1961; dit genus ontbreekt in 1959, omdat de waarnemingen pas begin april gestart werden.

Van het zoöplankton levert *Eudiaptomus* gemiddeld 60% van het totale zoöplankton (zie tabel 29). De populatie ontwikkelde zich het best in de herfst van 1959, toen het Meeuwenven sterk uitdroogde, en verdween daarna vrijwel geheel uit het open water. De dieren vormden waarschijnlijk 'Dauereier', waaruit zich pas begin juli 1960 grote aantallen individuen ontwikkelden, zoals in figuur 39 te zien is. Volgens Herbst (1951) is *Eudiaptomus vulgaris* (fig.39a) een zomersoort, die voorkomt vanaf eind maart/begin april tot eind oktober of eind november; de maximale ontwikkeling vindt in juli plaats.

Keratella quadrata (fig.39b) was vrijwel alleen van betekenis eind april 1959, toen deze 92% van het totale zoöplankton vormde. Het aantal individuen/l bedroeg op 28-4-1959 71000/l, op 19-5-1959 nog 12000 ind./l. Daarna verdween de soort snel uit het water, waarschijnlijk als gevolg van te hoge watertemperaturen ($> 20^{\circ}\text{C}$) en uitdroging van het ven. Ditzelfde verschijnsel beschrijft Batut (1965) voor *Keratella serrulata* in 1959. *Synchaeta pectinata* (fig.39b) vertoont elk jaar een duidelijk maximum in het voorjaar tot het begin van de zomer. *Daphnia longispina* en *D. pulex* (fig.39c) laten duidelijke zomermaxima zien; slechts in juli 1960 was de biomassa van enige betekenis, daar zij samen 54% van het zoöplanktongehalte leverden. Het aandeel van *Daphnia longispina* is steeds groter dan dat van *D. pulex*. De biomassa van *Cyclops strenuus* (fig.39d) is gering. De top van 6-6-1961 wordt waarschijnlijk gevormd door *Eucyclops serrulatus*, daar *Cyclops strenuus* in de zomer een diapauze doormaakt (Elgmork 1959). Uit later onderzoek bleek, dat in de zomer slechts *Eucyclops serrulatus* in het open water van het Meeuwenven voorkwam (Zoölogisch Laboratorium Nijmegen, niet gepubliceerd).

Uit tabel 19 en 20 blijkt, dat het zoöplankton in het Uiversnest een maximale ontwikkeling had in het voorjaar, in het Meeuwenven in de zomer. Dit hangt samen met soortspecifieke eigenschappen van de organismen. Het voorjaarsmaximum in het Uiversnest wordt gevormd door *Keratella serrulata*, die een watertemperatuur $> 20^{\circ}\text{C}$ niet verdraagt. In het Meeuwenven wordt het zomermaximum bepaald door *Eudiaptomus vulgaris* en *Daphnia*'s als karakteristieke zomersoorten.

F. Het aandeel der bacteriën

Tot nu toe zijn de in het water voorkomende bacteriën niet in de berekeningen betrokken. Zij zijn op dezelfde wijze geteld als het overige plankton, namelijk in 10 ml water bij een vergroting van 750x. De gevonden waarden voor het Uiversnest en Meeuwenven zijn dus wel onderling vergelijkbaar.

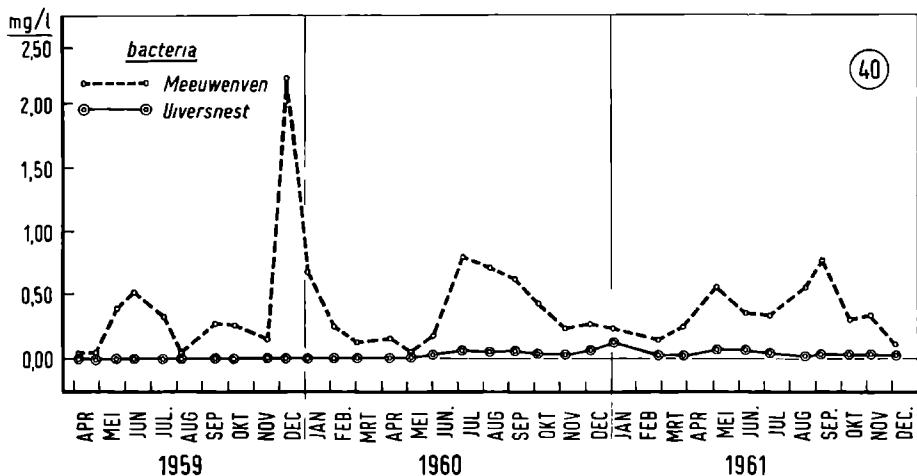


fig.40 Bacteriën-gehalte in mg/l in Uiversnest en Meeuwenven
Bacteria content in mg/l in Uiversnest and Meeuwenven

Uit figuur 40 blijkt, dat het aandeel van de bacteriën in het Uiversnest zeer gering is; in het Meeuwenven zijn ze van wat meer belang. Dit blijkt eveneens uit tabel 30.

tabel 30 Aandeel der bacteriën in mg/l en gewichtsperscentage van het totale plankton in de beide vennen

table 30 Rate of bacteria in mg/l and percentage of weight of the total plankton in both pools

	mg/l				%			
	1959	1960	1961	gem.	1959	1960	1961	gem.
Uiversnest	0,102	0,366	0,505	0,324	1,6	1,5	1,7	1,6
Meeuwenven	4,111	4,380	3,917	4,136	1,8	3,7	3,5	2,7

Het percentage bacteriën ten opzichte van het totale plankton is dus in het Meeuwenven slechts ongeveer tweemaal zo hoog als dat in het Uiversnest. Hierbij is echter geen rekening gehouden met de bacteriën die zich bevinden op de grens van bodem en water. In de voedselketen spelen deze als reducenten een belangrijke rol.

G. Voedselrelaties van het zoöplankton

In het oligotrofe Uiversnest komt weinig zoöplankton voor ten opzichte van het fytoplankton. Men kan zich afvragen of de fytoplankters die zich in dit ven ontwikkelen, wel geschikt zijn als voedsel voor de zoöplankters.

De naupliën van *Acanthocyclops* voeden zich waarschijnlijk met *Cryptomonas* en μ -algen; de copepodieten en volwassen *Acanthocyclops* zijn carnivoor en leven van kleine Crustacea. Insectenlarven en Oligochaeta. De beide laatstgenoemde zijn in het Uiversnest vermoedelijk het belangrijkste. *Keratella serrulata* eet bacteriën, kleine Flagellaten (o.a. *Cryptomonas*) en algen met een diameter $< 10-12 \mu$. *Synchaeta pectinata* is in staat behalve deze organismen andere Rotatoren, bijvoorbeeld *Keratella*, te verwerken. Geschikt voedsel is dus wel aanwezig, maar het wordt waarschijnlijk niet ten volle benut.

Nauwerck (1963) vermeldt, dat in het meer Erken (Zweden) ongeveer viermaal zoveel fytoplankton als zoöplankton geproduceerd wordt. Daarvan komt 61% ten goede aan herbivoren; 39% is te groot als voedsel of komt voor op een tijd dat er geen zoöplankton aanwezig is. In het Meeuwenven zijn de hoeveelheden fytoplankton en zoöplankton praktisch gelijk; het fytoplankton wordt waarschijnlijk beter benut als voedsel.

Het voedsel van *Eudiaptomus vulgaris* is niet bekend; van de verwante soort *Eudiaptomus gracilis* wel, namelijk Groenwieren en fijn detritus van plantaardige oorsprong (Fryer 1954). *Cyclops strenuus* is omnivoor; het hoofdvoedsel bestaat uit fytoplankton (van eencelligen tot draadwieren), terwijl ook *Daphnia*'s en dode soortgenoten gegeten worden (Elbourn 1966).

Daphnia pulex kan, naar Edmondson (1957) vermeldt, algen met een minimale afmeting van 1μ en een maximale diameter van $10-15 \mu$ verwerken. Opvallend nu is, dat ten tijde van de maximale ontwikkeling van de *Daphnia*'s deze algen in het Meeuwenven niet of nauwelijks worden waargenomen. Alleen in 1960 komen vrij veel μ -algen, *Kirchneriella lunaris* en *Scenedesmus* species in deze periode voor. De Chlorophyceae vormen in het Meeuwenven waarschijnlijk een belangrijke voedselbron voor de *Daphnia*'s. Toch is de waarde van het fytoplankton als voedsel voor het zoöplankton aan de hand van de door mij verkregen gegevens moeilijk na te gaan, daar er geen rekening gehouden wordt met de reproductiesnelheid van de algen en de snelheid van voedselopname van de dieren (Edmondson 1957). Nauwerck (1963) berekende door middel van de filtratiesnelheid van de zoöplankters, dat het totale zoöplankton in het meer Erken slechts 3% van het fytoplankton benut. Winberg (1966) geeft voor Russische meren waarden van 2,7-9% aan. In het Meeuwenven kunnen behalve fytoplankton ook bacteriën en detritus als voedingsbron dienen. De voedselrelaties van het zoöplankton zijn echter nog nauwelijks bekend. Slechts door directe waarnemingen (maagonderzoek) en experimenten zijn deze wellicht te achterhalen.

SAMENVATTING

Voor zover Nederlandse vennen hydrobiologisch bestudeerd zijn, is alleen de kwalitatieve samenstelling van het plankton bekend. Daarom werd het plankton kwantitatief bestudeerd: twee van de Hatertse Vennen worden vergeleken, te weten het ongestoorde, voedselarme Uiversnest en het gestoorde, voedselrijkere Meeuwenven.

Vooraf gaat een kritische bespreking van het begrip 'trofie' (hoofdstuk II). Dit begrip wordt het best gekarakteriseerd door Åberg & Rodhe (1942): 'Trophie ist die Intensität und Art seiner Versorgung mit organischer Substanz'. Met 'sein' wordt het water bedoeld. Rodhe (1958) toonde een grove correlatie aan tussen primaire productie en de hoeveelheid fytoplankton. De termen oligotroof (voedselarm) en eutroof (voedselrijk) worden hier zowel voor de karakterisering van het milieu als voor de *relatieve tolerantie van de planktonorganismen* gebruikt. Ook de pogingen van Caspers & Karbe (1966, 1967) om de systemen van trofie en saprobiteit te combineren worden besproken.

In hoofdstuk III wordt de ontstaanswijze (figuur 1) besproken en een beschrijving van de beide vennen gegeven. Het Uiversnest (figuur 2) heeft geen aan- of afvoer en ontvangt dus uitsluitend regenwater. Het is diep en beschut gelegen. Aan de westzijde bevinden zich veenplaten en de bodem wordt bedekt met *Sphagnum*. Het Meeuwenven (figuur 3) ontvangt water vanuit aangrenzend bouwland en voert bij hoge peilstand water af. Het ligt minder beschut en is ondiep. Behalve door aanvoer van voedselrijk water wordt het gestoord door een kolonie kapmeeuwen (*Larus ridibundus*). Men zou het naast guanotroof ook metatroof kunnen noemen.

De methodiek wordt beschreven in hoofdstuk IV. In figuur 4, figuur 5 en het schema op pag.28 worden de verschillende handelingen geïllustreerd. Monsters water van volumes, aangepast aan de grootte van de organismen, worden gefiltreerd door netten van aangepaste maaswijdte of direct bezonken in een cuvet van standaardafmetingen. Bij het tellen wordt gebruik gemaakt van een Reichert Universal Kamera Mikroskop MeF, een omgekeerd microscoop met projectie op matglas. Hierop komen raampjes met vierkant gezichtsveld. Het berekenen van het aantal organismen is dan het eenvoudigst. De resultaten worden weergegeven in planktonlijsten, opgesteld naar afnemend populatievolume (zie tabel 1 en 2).

In het volgende hoofdstuk (V) worden meteorologische (tabel 3), fysische (figuur 6-12) en chemische (tabel 4-8 en figuur 13-33) gegevens vermeld. Uit een vergelijking van de chemische samenstelling van het venwater met die van andere wateren (tabel 9-11) blijkt die van het Uiversnest overeen te komen met die van

regenwater en oligotroof water. De chemische samenstelling van het Meeuwenven wijkt hier sterk van af. Alle ionenconcentraties zijn er groter dan in het Uiversnest. Het Meeuwenven vertoont echter grote overeenkomst met guantroof water. Aan sterke wisselingen zijn onderhevig: pH, chloride (door sterke verdamping in 1959), KMnO_4 -verbruik en $\text{PO}_4^{'''}$ -gehalte (veroorzaakt door de meeuwen), NH_4^+ en Ca^{++} , Mg^{++} en totale hardheid (onder invloed van de meeuwen en water uit de toevoersloot).

Een uiteenzetting betreffende de kwalitatieve samenstelling van het plankton volgt in hoofdstuk VI. De soorten (tabel 12) worden eerst afzonderlijk besproken. De samenstelling wordt vervolgens vergeleken met die van andere wateren (tabel 13 en 14). Ook uit de planktonsamenstelling blijkt het oligotrofe karakter van het Uiversnest. Dat van het Meeuwenven komt met dat van guantroof water overeen.

Aan de hand van de kwalitatieve planktongegevens is getracht de trofiegraad van het water te bepalen (tabel 15A). In het Uiversnest komen naast oligotrofe soorten veel soorten voor, die ook in eutroof water kunnen leven. In het Meeuwenven is het aantal oligotrofe soorten aanzienlijk kleiner en dat van de eutrofe groter. Tabel 15B geeft een verdeling van de organismen naar de saprobiteit. Het saprobiënsysteem blijkt voor de karakterisering van de vennen niet bruikbaar te zijn. Enige aandacht wordt besteed aan de geschiktheid van organismen als indicatoren van de trofie en aan de bruikbaarheid van fytoplankton-quotiënten ter vaststelling van de trofiegraad.

Tenslotte is hoofdstuk VII gewijd aan het kwantitatieve aspect van het plankton. De totale hoeveelheid plankton is in het Meeuwenven steeds groter dan in het Uiversnest (tabel 16, figuur 34). In het Uiversnest varieert deze van 0,195-9,027 mg/l, gemiddeld 1,773 mg/l; in het Meeuwenven bedraagt het 0,991-68,254 mg/l met een gemiddelde van 14,397 mg/l.

De seizoensinvloed is af te lezen in tabel 17: er is een maximale planktonontwikkeling in de zomer en een minimale in de winter. In de herfst van 1959 was de ontwikkeling in het Meeuwenven extra groot door de sterke verdamping.

Een vergelijking met andere wateren, die met dezelfde methode onderzocht zijn, is te vinden in tabel 18. Hieruit blijkt dat het totale planktongehalte van het Uiversnest gemiddeld 65% bedraagt van dat van de eutrofe Loosdrechtse plassen. In het Meeuwenven is het totale planktongehalte bijzonder groot: 3,6-5x zo hoog als in Loosdrecht, 2-3x zo hoog als in de Rijn.

In het Uiversnest is het fytoplanktongehalte steeds groter dan dat van het zoöplankton (figuur 35 en tabel 16); het levert gemiddeld 94% van het totale plankton. In het Meeuwenven komen afwisselend maxima van fyto- en zoöplankton ('grazing'-effect?) voor (figuur 36); de biomassa van beide is ongeveer even groot (tabel 16).

De seizoensinvloed op de ontwikkeling van fyto- en zoöplankton is weergegeven in tabel 19 en 20. Uit tabel 21 blijkt dat het fytoplanktongehalte van het

Uiversnest ongeveer even groot is als dat van Loosdrecht. Het zoöplankton bedraagt slechts 8-15% van dat van Loosdrecht. In het Meeuwenven (1960-1961) is de hoeveelheid fytoplankton ongeveer 3x zo hoog als in Loosdrecht, het zoöplankton 4-8x zo hoog.

Statistische verwerking van de gegevens toont geen verschil tussen de twee monsterplaatsen van het Uiversnest en de drie monsterplaatsen van het Meeuwenven. Alleen de conclusies over maximale ontwikkeling van fytoplankton in de zomer, maximale ontwikkeling in het voorjaar en minimale in de winter van het zoöplankton zijn voor het Uiversnest betrouwbaar. In het Meeuwenven geldt dit slechts voor een maximale ontwikkeling van het fytoplankton in de zomer en een minimale ontwikkeling van het zoöplankton in de winter.

Soortencombinaties zijn bepaald door middel van 'trekswaarden' (Dresscher 1964). Uit tabel 22 blijkt dat er slechts enkele soorten in *beide* vennen een hoge frequentie bereiken. Het Uiversnest bevat 20, het Meeuwenven 28 eigen soorten. Het aantal soorten met hoge trekswaarden is gering, met name in het Meeuwenven; dit duidt op grote wisselingen in dit milieu. Tabel 23 laat zien dat er slechts geringe verschillen in trekswaarden tussen de drie jaren zijn; opvallend zijn die van *Synchaeta pectinata* en *Gymnozyga brébissonii* in het Uiversnest. Tabel 24 geeft de soortencombinaties op basis van deze gegevens. Dominantie van deze soorten is in tabel 25 berekend per seizoen. Daardoor komen de verschillen over het gehele jaar het best tot uiting. Er is een grote overeenkomst in het resultaat van beide berekeningen.

In het Uiversnest wordt het fytoplankton gekarakteriseerd door *Dinobryon divergens*, *Synura uvella*, *Cryptomonas erosa* en *Peridinium inconspicuum*. Deze gemeenschap komt overeen met het oligotrofe Chrysophyceae-type volgens Hutchinson. Bovendien ontbreken Cyanophyceae, Chlorophyceae en Euglenophyta. Voor het zoöplankton is het ontbreken van Cladocera kenmerkend. In het Meeuwenven zijn Chlorophyceae dominant; de soortensamenstelling benadert die van het eutrofe Chlorococcales-type van Hutchinson; het duidt op een matige trofie. Bij het zoöplankton zijn alle drie hoofdtypen vertegenwoordigd.

Het aandeel van de kwantitatief belangrijkste soorten is te vinden in tabel 26-29. De biomassa is per soort en per jaar minder constant dan de gemiddelde cijfers laten zien (zie ook tabel 25). De verschillen in biomassa per soort zijn uitgezet in grafieken (figuur 37-39). Zij worden uitvoerig besproken.

Tot slot worden het aandeel der bacteriën en voedselrelaties van het zoöplankton kort behandeld.

Daar er geen absolute maat is om de trofie van een water te bepalen, is deze aan de hand van zoveel mogelijk gevarieerde gegevens vastgesteld. De chemische analyses en de kwalitatieve planktongegevens wijzen in dezelfde richting: het Uiversnest is oligotroof, het Meeuwenven minder oligotroof. De biomassa van het fytoplankton van het Uiversnest is echter even groot als die van eutroof water.

Ook andere auteurs constateerden iets dergelijks (Rigler 1956, Järnefelt 1958). In het Meeuwenven is de biomassa van het plankton zeer groot; toch wijst de plankton-biocoenose niet op hoge trofiegraad, daar er bijvoorbeeld geen waterbloei van Cyanophyceae optreedt. Volgens Nauwerck (1966) wordt de soortensamenstelling van het plankton beïnvloed door de pH, de hoeveelheid plankton door de voedingszouten. De invloed van de lage pH is in beide vennen duidelijk. Hoewel er weinig voedingszouten in het Uiversnest aanwezig zijn, kan het fytoplankton zich toch sterk ontwikkelen, omdat een soort als *Dinobryon divergens* weinig fosfaat nodig heeft. In het Meeuwenven is veel fosfaat en ammonium aanwezig, zodat voedingszouten in ruime mate voorhanden zijn.

SUMMARY

In so far as Dutch 'vennen' (moorland pools) are studied hydrobiologically only the qualitative composition of the plankton is known. Therefore the plankton was studied quantitatively: two of the so-called 'Hatertse Vennen' near Nijmegen are compared, namely the undisturbed oligotrophic Uiversnest, and the disturbed eutrophic Meeuwenven.

First the trophic system is discussed in chapter II. This concept is best characterized by Åberg & Rodhe (1942): 'Trophie ist die Intensität und Art seiner Versorgung mit organischer Substanz'. With 'sein' the water is meant. Rodhe (1958) demonstrated a coarse correlation between primary production and the quantity of phytoplankton. The terms oligotrophic (low nutrient content) and eutrophic (high nutrient content) are used for characterizing the *environment* as well as for the *relative tolerance of the planktonic organisms*. The attempts of Caspers & Karbe (1966, 1967) to combine trophic and saprobic systems are discussed next.

In chapter III the origin is described and a description of both pools is made. The Uiversnest (figure 2) has neither inlet nor outlet, thus it receives only rainwater. It is deep and sheltered. At the west side an extensive bog vegetation has developed, and the entire bottom is covered with *Sphagnum*. The Meeuwenven (figure 3) receives water from adjacent farm-land and drains water away at high water level. It is less sheltered and shallow. Beside by inlet of eutrophic water it is influenced by a colony of blackheaded gulls (*Larus ridibundus*). It could be called guanotrophic or metatrophic.

Methods are set out in chapter IV. In figure 4, figure 5, and the scheme on page 28 the different procedures are illustrated. Water-samples of volumes adapted to the dimensions of the organisms are filtered through nets of adjusted meshes or directly precipitated in a counting chamber of standard dimensions. For counting purposes a Reichert Universal Kamera Mikroskop MeF is used, being an inverted microscope with projection on ground glass. The latter is covered by a piece of plastic with a square visual field. This makes calculation of the number of organisms relatively easy. The results are given in plankton lists, arranged in order of diminishing population-volumes (see tables 1 and 2).

In the next chapter (V) meteorologic (table 3), physical (figures 6-12), and chemical (tables 4-8 and figures 13-33) data are mentioned. Comparison of the chemical composition of these pools with that of other waters (tables 9-11) shows that the composition of the Uiversnest fits with that of rainwater and oligotrophic water. Contrasting with this, the Meeuwenven presents a great similarity with that

of guantrophic water. All its ion concentrations are greater than in the Uiversnest. Great changes occur in pH, chloride (owing to maximal evaporation in 1959), KMnO_4 -oxidation and PO_4''' -content (caused by the gulls), NH_4^+ and Ca^{++} , Mg^{++} and total hardness (influenced by the gulls and the inlet water).

The qualitative composition of the plankton is dealt with in chapter VI. First the individual species (table 12) are discussed. Then the composition is compared with that of other waters (tables 13 and 14). The plankton composition indicates also the oligotrophic character of the Uiversnest. The composition of the Meeuwenven is in agreement with that of guantrophic water.

From the qualitative plankton data attempts are made to determine the trophic situation of the water (table 15A). Besides oligotrophic species we found many organisms in the Uiversnest which are living in eutrophic water as well. In the Meeuwenven the number of oligotrophic species is considerably smaller and that of eutrophic species is greater. Table 15B gives a distribution of organisms according to saprobity. It seems that the saprobity system is not suitable for a characterization of these pools. Some attention is paid to the suitability of organisms as indicators of trophic conditions and the usefulness of phytoplankton quotients to determine them.

Finally chapter VII is devoted to the quantitative aspect of the plankton. The total ammount of plankton in the Meeuwenven is always greater than in the Uiversnest (table 16, figure 34). In the Uiversnest this amount varies between 0.195 and 9.027 mg/l (average value: 1.773 mg/l); in the Meeuwenven the values are between 0.991 and 68.254 mg/l (with an average of 14.937 mg/l).

Seasonal influences can be seen in table 17: there is a maximal plankton development in summer and a minimal one in winter. In the autumn of 1959 an extra large development in the Meeuwenven occurred, which was caused by strong evaporation.

A comparison with other waters, studied with the same method, can be found in table 18. From this it appears that the total plankton content of the Uiversnest comes to an average of 65% of that of the eutrophic Loosdrecht lakes. In the Meeuwenven the total plankton content is extremely high: 3.6-5x higher than in Loosdrecht, and 2-3x higher than in the Rhine at Vreeswijk (both in the Netherlands).

In the Uiversnest the phytoplankton content in all samples is greater than that of the zooplankton (figure 35 and table 16), it accounts on the average for 94% of the total plankton. In the Meeuwenven alternating maxima of phyto- and zooplankton have been found (grazing effect?), see figure 36; the biomass of both is almost equal (table 16).

Seasonal influences are shown in tables 19 and 20. From table 21 it appears that the phytoplankton content of the Uiversnest equals that of Loosdrecht. The zooplankton, however, amounts only to 8-15% of that of Loosdrecht. In the

Meeuwenven (1960-1961) the phytoplankton is about 3x higher than in Loosdrecht. The zooplankton is 4-8x higher.

Statistical examination of the data shows no differences between the two sampling stations of the Uiversnest and the three stations of the Meeuwenven. Only conclusions from maximal development of phytoplankton in summer, maximal development in spring and minimal development of zooplankton in winter in the Uiversnest are reliable. In the Meeuwenven this applies only to a maximal development of phytoplankton in summer and a minimal development of zooplankton in winter.

Assemblages are determined by means of 'probability of encounter' (Dresscher 1964). From table 22 it appears that only a few species are present in *both* pools. 20 Species are typical for the Uiversnest, whereas the Meeuwenven counts 28 typical species. The number of species with high probability of encounter is low, especially in the Meeuwenven; this points to great changes in this biotope. Table 23 shows only slight differences in probability of encounter between the three years; prominent are those of *Synchaeta pectinata* and *Gymnozyga brébissonii* in the Uiversnest. Table 24 gives assemblages based on these data. Dominance of these species is calculated per season in table 25. In this table the differences during the whole year find their best expression. There is a great conformity in the result of both calculations.

The Uiversnest phytoplankton is characterized by *Dinobryon divergens*, *Synura uvella*, *Cryptomonas erosa* and *Peridinium inconspicuum*. This association corresponds with the **oligotrophic Chrysophyceae-type** of Hutchinson. It should also be mentioned that Cyanophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyta are lacking. For the zooplankton the absence of Cladocera is characteristic. In the Meeuwenven the Chlorophyceae are dominant. The association of species comes close to the **eutrophic Chlorococcales-type** of Hutchinson; this points to moderate trophic conditions. Within the zooplankton all three principal groups are represented.

The rate of the quantitatively most important species can be found in tables 26-29. The biomass per species and per year is less constant than is shown in the average figures (see also table 25). The differences in biomass per species are plotted in graphs (figures 37-39) and are discussed in detail.

Finally the proportion of bacteria and the food relations of the zooplankton are mentioned briefly.

As there is no absolute criterion to define the trophic relation of a certain type of water, this relation is established by using all diversified data available. Chemical analyses and qualitative plankton data point in the same direction: the Uiversnest is oligotrophic, the Meeuwenven less oligotrophic. However, the biomass of phytoplankton of the Uiversnest equals that of eutrophic water. A similar phenomenon is also noticed by other authors (Rigler 1956, Järnefelt

1958). In the Meeuwenven the biomass of plankton is very high, nevertheless the plankton biocoenosis does not point to high trophic conditions; there is for example no bloom of Cyanophyceae. According to Nauwerck (1966) the assemblage of the plankton is influenced by pH, whereas the quantity of plankton depends upon the nutrients. The influence of the low pH in both ponds is obvious. Though there are few nutrients in the Uiversnest, phytoplankton can well develop, as a species like *Dinobryon divergens* needs little phosphate. In the Meeuwenven there is plenty of phosphate and ammonium present, so that nutrients are available to a high degree.

- Åberg, B. & Rodhe, W. (1942) Ueber die Milieufaktoren in einigen Südschwedischen Seen. *Symb.Bot.Ups.* 5, 1-256.
- Armeno, R. (1965) Limnological studies in Hyttodämmen. 3. Zooplankton. *Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm* 46, 200-275.
- Armeno, R. & Nauwerck, A. (1965) Limnological studies in Hyttodämmen. 2. Phytoplankton and its production. *Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm* 46, 141-166.
- Auerbach, M. & Rottengatter, G. (1960) Untersuchungen über den Wasseraustausch der einzelnen Becken des Untersees (Bodensee). Teil II Biologie. *Schweiz.Z.Hydrol.* 22, 598-640.
- Bakker, C. (1964) Planktonundersuchungen in einem holländischen Meeresarm vor und nach der Abdeichung. *Helg.Wiss.Meeresunters.* 10, 456-472.
- Bakker, C. (1967) Veranderingen in milieu en plankton van het Oosterscheldegebied. *Vakbl.v.Biol.* 47, 181-192.
- Bakker, D. (1960) *Senecio congestus* (R.Br.) DC. in the Lake Yssel polders. *Acta bot.neerl.* 9, 235-259.
- Batut, J. (1965) Etude de la faune submicroscopique de quelques tourbières à *Sphagnum*. *Hydrobiologia* 25, 239-276.
- Beer, W.D. (1966) Saprobie. *Limnologica* 4, 215-219.
- Beyerinck, W. (1927) Over verspreiding en periodiciteit van de zoetwaterwieren in Drentsche heideplassen. *Acad.Proefschrift, Wageningen-Amsterdam*.
- Birge, E.A. & Juday, C. (1922) The inland lakes of Wisconsin. The plankton. I. Its quantity and chemical composition. *Wisconsin Geol.Nat.Hist.Surv., Bull.* 64, Sci.Ser. 13, 1-222.
- Bradshaw, A.S. (1964) The Crustacean zooplankton picture: Lake Erie 1939-49-59, Cayuga 1910-51-61. *Verh.int.Ver.Limnol.* 15, 700-708.
- Brook, A.J. (1965) Planktonic algae as indicators of lake types, with special reference to the Desmidiaceae. *Limnol.Oceanogr.* 10, 403-411.
- Caspers, H. & Karbe, L. (1966) Trophie und Saprobität als Stoffwechseldynamischer Komplex. Gesichtspunkte für die Definition des Saprobitätsstufen. *Arch.Hydrobiol.* 61, 453-470.
- Caspers, H. & Karbe, L. (1967) Vorschläge für eine saprobiologische Typisierung der Gewässer. *Int.Rev.ges.Hydrobiol.Hydrogr.* 52, 145-162.
- Clymo, R.S. (1967) Control of cation concentrations, and in particular of pH in *Sphagnum* dominated communities. In: Chemical environment in the aquatic habitat. *Proc. I.B.P. Symp. in Amsterdam and Nieuwersluis* 10-16

- October 1966, pp.273-284. Noordhollandse Uitgeversmij., Amsterdam.
- Conway, E.J. (1942) Mean geochemical data in relation to oceanic evolution. *Proc.R.Irish Acad.* 48 B, 119-159.
- Czeczuga, B. (1957) Die Wirkung von Huminverbindungen auf das Zooplankton. *Rocznik Akad.Med.Biol.* 3, 85.
- Dresscher, Th.G.N. (1964) Is het opstellen van gemeenschappen van in water gesuspendeerde microorganismen mogelijk? *De Lev.Natuur* 67, 245-253.
- Dresscher, Th.G.N., de Graaf, F., de Groot, A.A., Heimans, J., van Heusden, G.P.H., Koster, J.Th., Meyer, W., Mörzer Bruyns, M.F., Schimmel, H.J.W., de Vos, A.P.C., de Vries, H.F. & van der Werff, A. (1952) De Gerritsflesch bij Kootwijk. *Hydrobiol.Ver. Amsterdam, Publ.* 4, 1-22.
- Drischel, H. (1940) Chlorid-, Sulfat- und Nitratgehalt der atmosphärischen Niederschläge in Bad Reihertz und Oberschreiberhau im Vergleich zu bisher bekannten Werten anderer Orte. *Balneol.* 7, 321-334.
- Dussart, B.H. (1967) Some comments on 'integrative' and 'specific' properties of the aquatic environment. In: Chemical environment in the aquatic habitat. *Proc. I.B.P. Symp. in Amsterdam and Nieuwersluis 10-16 October 1966*, pp.24-29. Noordhollandse Uitgeversmij., Amsterdam.
- Dijk, J.van, de Graaf, F., Graafland, W., de Groot, A.A., Heimans, J., Koster, J.Th., de Vos, A.P.C., de Vries, H.F., van der Werff, A. & Westhoff, V. (1960) Hydrobiologie van de Oisterwijkse Vennen. *Hydrobiol.Ver. Amsterdam, Publ.* 5.
- Edmondson, W.T. (1957) Trophic relations of the zooplankton. *Trans.Amer. Micr.Soc.* 76, 225-245.
- Ehlers, H. (1965) Ueber das Plankton des Groszen Heiligen Meeres und des Erdfallsees bei Hopsten (Westf.). *Abh.Landesmus.Naturk. Münster/Westfalen* 27, 3-20.
- Einsele, U. (1964) Die Gattung Cyclops s.str.im Bodensee. *Arch.Hydrobiol.* 60, 133-199.
- Elbourn, C.A. (1966) Some observations on the food of Cyclops strenuus strenuus (Fischer). *Ann.Mag.Nat.Hist.Ser.* 13, 9, 227-231.
- Elgmork, K. (1959) Seasonal occurrence of Cyclops strenuus. *Folia Limnol. Scand.* 11.
- Elster, H.J. (1957) Beiträge zur Limnochemie der Hochschwarzwaldseen. II. Kohlensäure, 'Härte' und pH. *Arch.Hydrobiol. Suppl.* 24 (Falkau-Schriften 3), 247-280.
- Elster, H.J. (1958) Discussion arranged by the Methods Committee 'Zum Problem der quantitativen Methoden in der Zooplanktonforschung'. *Verh.int.Ver. Limnol.* 13, 961-973.
- Findenegg, I. (1943) Untersuchungen über die Oekologie und die Produktionsverhältnissen des Planktons in Kärtner Seengebiete. *Int.Rev.ges.Hydrobiol.*

- Hydrogr. 43, 368-429.
- Fott, B. (1959) Algenkunde. Fischer-Verlag, Jena.
- Fryer, G. (1954) Contributions to our knowledge of the biology and systematics of the freshwater Copepoda. Schweiz.Z.Hydrol. 16, 64-77.
- Gaarder, T. (1933) Austernzucht in Norwegen, chemisch-biologische Untersuchungen in norwegischen Austernpollen. Int.Rev.Hydrobiol.Hydrogr. 28, 250.
- Geelen, J.F.M., Oomen, H.C.J., Stoffers, A.L. & Teunissen, D. (1961) De Hatertse Vennen. De Lev.Natuur 64, 121-129.
- Geelen, J.F.M. & Salomé, B.Z. (1967) De litorale en planktische Micro-Crustacea. Verslag van het Werkkamp van de Hydrobiologische Vereniging, gehouden in het Plassengebied van Noordwest-Overijssel van 1-7 september 1966. Meded. Hydrobiol.Ver. 1, 8-16.
- Gorham, E. (1955) On the acidity and salinity of rain. Geochim.Cosmochim.Acta 7, 231-239.
- Grosze-Brauckmann, G. (1963) Moorstratigraphische Untersuchungen im Niederwesergebiet (Ueber Moorbildungen am Geestrand und ihre Torfe). Veröff. Geobot.Inst.Rübel, Zürich 37, 100-119.
- Grosze-Brauckmann, G. (1967) Sukzessionen bei einigen torfbildenden Pflanzengesellschaften (Nach Ergebnissen von Grossrestuntersuchungen an Torfen). Samenvatting van een voordracht gehouden te Rinteln a/d Weser, op het symposium 'Syndynamik' van de Int.Ver.voor Vegetatiek. Verschijnt t.z.t. in druk bij N.V. Dr. W.Junk, Den Haag.
- Harding, J.P. & Smith, W.A. (1960) A key to the British freshwater Cyclopoid and Calanoid Copepods with ecological notes. Sci.Publ.Freshwater Biol.Assoc. 18.
- Harnisch, O. (1929) Die Biologie der Moore. Die Binnengewässer 7.
- Hauge, H.V. (1957) Vangsvatn and some other lakes near Voss. A limnological survey in Western Norway. Fol.Limnol.Scand. 9.
- Hensen, V. (1887) Ueber die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. Ber.Komm.wiss.Unters. Dt.Meere 5, 1-109.
- Herbst, H.V. (1951) Oekologische Untersuchungen über die Crustaceenfauna südschleswigscher Kleingewässer mit besonderer Berücksichtigung der Copepoden. Arch.Hydrobiol. 45, 413-542.
- Heusden, G.P.H.van (1955) Het plankton in de plassen in 1954. Ongepubliceerd Rapport Nr.38 Gemeentewaterleidingen Amsterdam, afd.Research Plassen.
- Heusden, G.P.H.van (1956a) Het plankton in de Loosdrechtse Plassen, de Westeinder Plas en de IJzeren Man te Vught. Ongepubliceerd Rapport Nr.39 Gemeentewaterleidingen Amsterdam.
- Heusden, G.P.H.van (1956b) Het plankton in de rivier in 1955. Ongepubliceerd

- Rapport voor de Rijncommissie Waterleidingbedrijven Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Noordholland.
- Heusden, G.P.H.van (1956c) De methodiek van het quantitative planktononderzoek. Ongepubliceerd rapport.
- Heynig, H. (1966) Methoden zur quantitativen Erfassung des Planktons. *Limnologica* 4, 333-342.
- Höhne, E. & Klose, H. (1966) Soziologische Methoden zur Erfassung des Trophiegrades. *Limnologica* 4, 201-214.
- Höll, K. (1960) Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung von Wasser. W.de Gruyter, Berlin.
- Hoogenraad, H.R. & de Groot, A.A. (1940) Zoetwater-Rhizopoden en Heliozoën. Fauna van Nederland 9. Leiden.
- Huber-Pestalozzi, G. (1938) Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie. I. Allgemeiner Teil, Blaualgen, Bakterien, Pilze. Die Binnengewässer 16, 1. Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. (1941) Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie. Chrysophyceen, Farblose Flagellaten, Heterokonten. Die Binnengewässer 16, 2,1. Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. (1950) Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie. Cryptophyceen, Chloromonaden, Peridineen. Die Binnengewässer 16, 3. Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. (1955) Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie. Euglenophyceen. Die Binnengewässer 16, 4. Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. & Hustedt, F. (1942) Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie. Diatomeen. Die Binnengewässer 16, 2,2. Stuttgart.
- Hutchinson, G.E. (1957) A Treatise on Limnology. Vol.I Geography, Physics, and Chemistry. J.Wiley, New York.
- Hutchinson, G.E. (1967) A Treatise on Limnology. Vol.II Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton. J.Wiley, New York.
- Järnefelt, H. (1952) Plankton als Indikator der Trophiegruppen der Seen. *Ann.Acad.Sci.Fenn.*, ser. A IV Biol. 18, 1-29.
- Järnefelt, H. (1956) Zur Limnologie einiger Gewässer Finlands. XVI. Mit besonderer Berücksichtigung des Planktons. *Ann.Zool.Soc.Vanamo* 17, 1-201.
- Järnefelt, H. (1958) On the typology of the northern lakes. *Verh.int.Ver.Limnol.* 13, 228-235.
- Kahl, A. (1932) Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile 25, 3.
- Kate, H.ten (1962) Het weer in 1961. Hemel en Dampkring 60, 71-73.
- Kiefer, F. (1960) Ruderfusskrebse (Copepoden). Kosmos-Verlag Franckh., Stuttgart.

- Klotter, H.E. (1955) Die Algen in den Seen des südlichen Schwarzwaldes. II. Eine ökologisch-floristische Studie. Arch.Hydrobiol., Suppl. 22, 106-252.
- Klotter, H.E. (1957) Grünalgen (Chlorophyceen). Kosmos-Verlag Franckh., Stuttgart.
- Kolkwitz, R. (1950) Oekologie der Saprobien. Ueber die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. Schriftenreihe Ver.Wasser-, Boden- u.Luft-hygiene 4, 1-64, Stuttgart.
- Kon.Ned.Met.Inst., de Bilt. Maandelijks Overzicht der Weersgesteldheid 56 (1959); 57 (1960); 58 (1961).
- Kristiansen, J. & Mathiesen, H. (1964) Phytoplankton of the Tystrup-Bavelse Lakes, primary production and standing crop. Oikos 15, 1-43.
- Kulczynski, S. (1949) Peatbogs of Polesie. Mém.Acad.Pol.Sci.Lettr., Cl.math.nat., Sér.B Sci.nat., Nr.15, Kraków.
- Langford, R.R. (1953) Methods of plankton collection and a description of a new sampler. J.Fish.Res.Bd., Canada 10, 238-252.
- Leefflang, K.W.H. (1938) De chemische samenstelling van de neerslag in Nederland. Hand.Hydrobiol.Club 1, 2-5.
- Leentvaar, P. (1958) Hydrobiologie van de Bergvennen. Twente-nummer van de Natuurbeschermingswerkgroep van de N.J.N.
- Leentvaar, P. (1967) Observations in guanotrophic environments. Hydrobiologia 24, 441-489.
- Lefèvre, M., Jakob, H. & Nisbet, M. (1952) Auto- et hetero-antagonisme chez les algues d'eau douce. Ann.St.Cent.Hydrobiol.appl. 4, 5-197.
- Lemmermann, E., Brunnthaler, J. & Pascher, A. (1915) Chlorophyceae, II (Tetrasporales, Protococcales, einzellige Gattungen unsicherer Stellung. In: Pascher, A., Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, 5.
- Leussink, J.A. (1956) Het plankton, de temperatuur, het zuurstofgehalte en hun onderling verband in de plas bij Vechten gedurende een deel van 1956. Ongepubliceerd rapport.
- Lohmann, H. (1908) Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehalts des Meeres an Plankton. Wiss.Meeresunters. Kiel 10, 129-370.
- Louis, A., de Boeck, W. & Podoor, N. (1967) Etude écologique et floristique du plancton de cinq biotopes de la vallée de la Dyle. Hydrobiologia 30, 417-493.
- Louwe Kooymans, L.H. (1948) De interpretatie van de uitkomsten van het chemisch en bacteriologisch onderzoek van drinkwater. Water 32, 178-186.
- Lund, J.W.G. (1961) The periodicity of μ -algae in three English lakes. Verh.int. Ver.Limnol. 14, 147-154.
- Lund, J.W.G., Kipling, C. & Le Cren, E.D. (1958) The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations

- by counting. *Hydrobiologia* 11, 143-170.
- Margalef, R. (1947) *Limnosociologia*. Monogr.Ciencias Modernas 10, 9-93.
- Mleczko, A. (1965) The surface distribution of zooplankton in the Goczałkowice Reservoir in the years 1957-1959. *Acta Hydrobiol.* 7, 341-361.
- Naumann, E. (1921) Einige Grundlinien der regionalen Limnologie. *Lunds Universitets Årsskrift N.F. II*, 17, Nr.8.
- Naumann, E. (1931) Trophiestandard. In: Abderhalden *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden* 9, 694-696.
- Naumann, E. (1932) Grundzüge der regionalen Limnologie. *Die Binnengewässer* 11.
- Nauwerck, A. (1963) Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. *Symb.Bot.Ups.* 17, 1-163.
- Nauwerck, A. (1966) Beobachtungen über das Phytoplankton klarer Hochgebirgsseen. *Schweiz.Z.Hydrol.* 28, 4-28.
- Nordquist, H. (1921) Studien über das Teichzooplankton. *Lunds Universitets Årsskrift N.F. II*, 17, 1-123.
- Nygaard, G. (1938) Hydrobiologische Studien über dänische Teiche und Seen. I. Teil: Chemisch-physikalische Untersuchungen und Planktonwägungen. *Arch.Hydrobiol.* 32, 523-692.
- Nygaard, G. (1945) *Dansk Planteplankton*. Kopenhagen.
- Nygaard, G. (1949) Hydrobiological studies in some ponds and lakes. Part II: The quotient hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms. *Kgl.Danske Vidensk.Selsk.Biol.Skrifter* 7, 1-293.
- Nygaard, G. (1955) On the productivity of five Danish waters. *Verh.int.Ver.Limnol.* 12, 123-133.
- Nygaard, G. (1958) On the productivity of the bottom vegetation in Lake Grane Langsø. *Verh.Ver.Limnol.* 13, 144-155.
- Ohle, W. (1936) Der Schwefelsaure Tonteich bei Reinbeck. Monographie eines idiotrophen Weihers. *Arch.Hydrobiol.* 30, 604-662.
- Olsen, S. (1950) Aquatic plants and hydrospheric factors. I. Aquatic plants in S.W. Jutland, Denmark. *Svensk Bot.Tidskr.* 44, 1-34.
- Olsen, S. (1964) Phosphate equilibrium between reduced sediments and water. Laboratory experiments with radioactive phosphorus. *Verh.int.Ver.Limnol.* 15, 333-341.
- Olsen, S. (1967) Recent trends in the determination of orthophosphate in water. In: *Chemical environment in the aquatic habitat*. Proc. I.B.P. Symp. in Amsterdam and Nieuwersluis 10-16 October 1966, pp.63-105. Noordhollandse Uitgeversmij., Amsterdam.
- Oostrum, S.J.van & Reichgelt, Th.J. (1954) *Flora Neerlandica* I, 6. 15. Typhaceae, 240-241.
- Oye, P.van (1950) De Hydrobiologie in België. *Hand.Hydrobiol.Club* 8, 20-32.

- Parma, S. (1967) Het onderscheiden van watertypen. *Vakbl.v.Biol.* **47**, 141-150.
- Patalas, K. (1954) Quantitative investigations of the diurnal and seasonal variations in the distribution of the pelagic Crustacea in the Charzykowo lake. *Polskie Arch.Hydrobiol.* **2**, 31-156.
- Pavoni, M. (1963) Die Bedeutung des Nannoplanktons im Vergleich zum Netzplankton. Qualitative und quantitative Untersuchungen im Zürichsee, Pfäfersee und anderen Seen. *Schweiz.Z.Hydrol.* **25**, 219-314.
- Pejler, B. (1957) Taxonomical and ecological studies on planktonic Rotatoria from Northern Swedish Lapland. *Kungl.Svenska Vetenskaps akad.Handl. Fjärde Ser.* **6**, 1-68.
- Pejler, B. (1965) Regional-ecological studies of Swedish freshwater zooplankton. *Zool.Bidrag.Uppsala* **36**, 407-515.
- Pennak, R.W. (1957) Species composition of limnetic zooplankton communities. *Limnol.Oceanogr.* **2**, 222-232.
- Peus, F. (1932) Die Tierwelt der Moore unter besonderer Berücksichtigung der europäischen Hochmoore. In: *Handbuch der Moorkunde* **3**. Berlin.
- Pottoracka, J. (1963) Phytoplankton in lakes near Węgorzewo in the light of peculiarities of the environment. *Polskie Arch.Hydrobiol.* **11**, 189-217.
- Pons, L.J. (1957) De geologie, de bodenvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen. Diss., Wageningen.
- Prescott, G.W. (1962) *Algae of the Western Great Lakes area*. Dubuque, Iowa.
- Pringsheim, E.G. (1926) Ueber das Ca-Bedürfnis einiger Algen. *Planta* **2**, 555-568.
- Pulle, A.A. (1952) Compendium van de terminologie, nomenclatuur en systematiek der Zaadplanten. Oosthoek, Utrecht.
- Ravera, O. (1954) La struttura demografica dei Copepodi del Lago Maggiore. *Mém.Ist.Ital.Idrobiol.* **8**, 109-150.
- Rawson, D.S. (1956) Algal Indicators of Trophic Lake types. *Limnol.Oceanogr.* **1**, 18-25.
- Redeke, H.C. (1948) *Hydrobiologie van Nederland*. Amsterdam.
- Rigler, F.H. (1956) A tracer study of the phosphorus cycle in lake water. *Ecology* **37**, 550-562.
- Rigler, F.H. (1966) Radiobiological analysis of inorganic phosphorus in lake water. *Verh.int.Ver.Limnol.* **16**, 465-470.
- Risch, C. (1925) Ein neues Verfahren zur Zählung der Planktonorganismen. *Arch.Hydrobiol.* **15**, 416-421.
- Rodhe, W. (1948) Environmental requirements of freshwater plankton algae. *Symb.Bot.Ups.* **10**, 1-149.
- Rodhe, W. (1949) The ionic composition of lake waters. *Verh.int.Ver.Limnol.* **10**, 377-386.
- Rodhe, W. (1955) Can plankton production proceed during winter darkness in

- subarctic lakes? Verh.int.Ver.Limnol. 12, 117-122.
- Rodhe, W. (1958) Primärproduktion und Seetypen. Verh.int.Ver.Limnol. 13, 121-141.
- Rodhe, W., Hobbie, J.E. & Wright, R.T. (1966) Phototrophy and heterotrophy in high mountain lakes. Verh.int.Ver.Limnol. 16, 302-313.
- Røen, U. (1955) On the number of eggs in some free-living freshwater Copepods. Verh.int.Ver.Limnol. 12, 447-454.
- Runge, F. (1960-1965) 1.-5. Bericht über die neuerliche Ausbreitung des Moorkreuzkrautes in Nordwest-Deutschland. Natur u.Heimat 20, 59-64; 90-91; 21, 1-6; 22, 30-32; 25, 29-32.
- Ruttner, F. (1962) Grundriss der Limnologie. Berlin.
- Rylov, W.M. (1935) Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer 15.
- Schroevers, P.J. (1962) Eutrofiëring in een Drentse heiplas: Het Mekelermeer. De Lev.Natuur 65, 221-228.
- Schroevers, P.J. (1965) Hydrobiologische waarnemingen in Noordwest-Overijssel. II. Het bezinkingsplankton van het Kippenest bij Wanneperveen. Biol.Jb. Dodonea 33, 267-342.
- Schroevers, P.J. (1966a) Kontakt zwischen Oligotroph und Eutroph in einem Hochmoorgebiet. Verh.int.Ver.Limnol. 16, 612-618.
- Schroevers, P.J. (1966b) Some observations on microcoenoses in a bog region influenced by man. Wentia 15, 163-190.
- Schroevers, P.J. (1968) Nogmaals: Typologie van wateren. Vakbl.v.Biol. 48, 76-81.
- Scourfield, D.J. & Harding, J.P. (1958) A key to the British freshwater Cladocera with notes on their ecology. Sci.Publ.Freshwater Biol.Assoc. 5.
- Sebestyén, O. (1964) Horizontale Plankton-Untersuchungen im Balaton. III. Weitere orientierende Untersuchungen über die horizontale Verbreitung der Plankton-Krebse, mit besonderer Rücksicht auf die Verhältnisse der Bucht von Keszthely und derer Cladoceren-Krebse. Annal.Biol.Tihany 31, 223-243.
- Sernow, S.A. (1958) Allgemeine Hydrobiologie. Berlin.
- Sioli, H. (1968) Discussie naar aanleiding van een voordracht van J.Tüxen tijdens het 7e Int.Symposium over Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie in Stolzenau 1963, pp.130-133. Junk, Den Haag.
- Skuja, H. (1956) Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. Nova Acta Regiae Soc.Scient.Uppsaliensis IV, 16, 3. Uppsala.
- Sládeček, V. (1963) A guide to limnosaprobical organisms. Sci.Papers Inst.Chem. Technol., Prague 1963, Technology of Water 7, 543-612.
- Stange-Bursche, E.-M. (1963) Beobachtungen und Untersuchungen über die horizontale Phytoplanktonverteilung in Seen. Arch.Hydrobiol. 59, 351-372.
- Stankovic, S. (1960) The Balkan Lake Ohrid and its living world. Monogr.biol. 9,

- Steemann Nielsen, E. (1955) The production of organic matter by the phytoplankton in a Danish lake receiving extraordinarily great amounts of nutrient salts. *Hydrobiologia* 7, 68-74.
- Steinecke, F. (1916) Die Algen des Zehlaubruchs in systematischer und biologischer Hinsicht. *Schrift.phys.ökonom.Ges. Königsberg* 56, 1-138.
- Teiling, E. (1955) Algae. Some mesotrophic phytoplankton indicators. *Verh.int. Ver.Limnol.* 12, 212-215.
- Teunissen, D. (1960) Geo-hydrologisch onderzoek van de Hatertse vennen. Verslag over 1959. Ongepubliceerd rapport.
- Teunissen, D. (1967) Excursie in de omgeving van Nijmegen, aansluitend aan de Palynologen-conferentie aldaar, 16 september. Ongepubliceerd rapport.
- Thienemann, A. (1921) Biologische Seetypen und Gründung einer Hydrobiologischen Anstalt am Bodensee. *Arch.Hydrobiol.* 13, 347-370.
- Thienemann, A. (1931) Tropische Seen und Seetypenlehre. *Arch.Hydrobiol. Suppl.* 9, Tropische Binnengewässer 2, 205-231.
- Thunmark, S. (1945) Zur Soziologie des Süßwasserplanktons. Eine methodologisch-ökologische Studie. *Fol.Limnol.Scand.* 3.
- Tonolli, V. (1962) Der derzeitige Planktonpopulation im Lago Maggiore. *Mém. Ist.Ital.Idrobiol.* 15, 81-134.
- Uhlmann, D. (1964) Beziehungen zwischen Stoffhaushalt und Plankton-Massenwechsel extrem nährstoffreicher Flachgewässer. *Diss.Leipzig*.
- Utermöhl, H. (1931) Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons (mit besonderer Berücksichtigung des Ultraplanktons). *Verh.int.Ver.Limnol.* 5, 567-596.
- Utermöhl, H. (1958) Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Int.Ver.theor.angew.Limnol. Mitt.* 9, 1-38.
- Voigt, M. (1957) Rotatoria, die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin.
- Wagler, E. (1937) Crustacea (Krebstiere). *Die Tierwelt Mitteleuropas* 2, 2a.
- Weber, C.A. (1907) Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. *Bot.Jahrb.Syst., Pflanzenges.u.Pflanzengeogr.* 40, Beiblatt 90, 19-34.
- West, W. & West, G.S. (1923) A monograph of the British Desmidiaceae. Ray Society, London.
- Werff, A.van der & Huls, H. (1958-1967) Diatomeeën-flora van Nederland. Abcoude.
- Willén, T. (1961) The Phytoplankton of Ösbysjön, Djursholm. I. The seasonal and vertical distribution of the species. *Oikos* 12, 36-69.
- Winberg, G.G. (1966) Limnologische Grundlagen der Binnenfischerei. *Verh.int. Ver.Limnol.* 16, 1135-1144.
- Wutrich, M. (1965) Le phytoplancton du lac de Neuchâtel. *Schweiz.Z.Hydrol.* 27, 1-75.

Bij de afsluiting van dit proefschrift wil ik graag al degenen, die hieraan een bijdrage geleverd hebben, bedanken. Met name wil ik vermelden:

de voormalige Directeur van de Gemeentewaterleidingen te Amsterdam voor zijn toestemming om gebruik te maken van rapporten, waarin door mij verricht onderzoek is verwerkt;

mej. O.C.A.M.van Eupen en mej. A.Dielissen voor de chemische analyses van het water;

drs. W.A.Doesburg van het Instituut voor Wiskundige Dienstverlening voor de statistische bewerking;

de heer J.Gerritsen, hoofd van de afd.Illustratie, voor de verzorging van de illustraties;

mej. E.A.J.Derksen voor het vele typewerk;

dr. D.Teunissen voor zijn prettige medewerking;

mej. drs. A.M.J.Bouwhuis, de heer Th.G.N.Dresscher, dr. G.P.H.van Heusden en dr. H.C.J. Oomen voor hun waardevolle kritiek bij het doorlezen van het manuscript.

STELLINGEN

1

Een directe remming van de differentiatie van de D-kwadrant cellen in *Ilyonassa obsoleta* ten gevolge van het wegnemen van de poollap is door de experimenten van Davidson et al. niet bewezen.

E.H.Davidson et al. (1965) Proc.Nat.Acad.Sci.U.S.A. **54**, 696-704.

2

De vraag of microscopische algen in de toekomst onder bepaalde omstandigheden als voedsel en zuurstofbron voor de mens kunnen dienen, kan veel positiever beantwoord worden dan den Dooren de Jong aangeeft.

L.E.den Dooren de Jong (1968) Ned.T.Geneesk. **112**, 1607-1612.

3

Het onderscheid in spermiën van het type A en B bij *Crenobia alpina* wordt niet door voldoende onderzoek gestaafd.

A.G.J.M.van der Linden (1969) Z.Zellforsch. **97**, 549-563.

4

De door Kolkwitz en Marsson ingevoerde onderverdeling van de saprobiteitsklassen is inconsequent.

5

Daar eutrofiëring een geleidelijk proces is, is het juister het α -oligosaprobe water als mesotroof in plaats van als eutroof te karakteriseren.

H.Caspers & L.Karbe (1966) Arch.Hydrobiol. **61**, 453-470.

Het rekening houden met het oorspronkelijke landschap bij cultuurtechnische werken, waarbij beken betrokken zijn, kan de kosten aanzienlijk beperken.

J.W.van den Berg (1968) Tijdschr.Kon.Ned.Heidemij 79, 346-365.

Geen universitaire stad in Nederland beschikt over meer kansen voor gevarieerd oecologisch onderzoek in de naaste omgeving dan Nijmegen.

Gezonde internationalisatie van het basis-, voortgezet en wetenschappelijk onderwijs, als wezenlijke bijdrage tot vorming van wereldburgers, is onmisbaar ter bevordering van de vrede.

Normalisatie van bumpers, zodanig dat bij alle typen auto's onder alle omstandigheden aansluitende hoogte wordt bereikt, is voor de verhoging van de verkeersveiligheid dringend gewenst.

